METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS

Sistemas Solares Térmicos

SUSANA SÍLVIA FERREIRA CASTIAJO

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor Rui Manuel Gonçalves Calejo Rodrigues

JULHO DE 2012

À minha família e amigos

As únicas respostas interessantes são aquelas que destroem as perguntas

Susan Sontag

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que permitiram e contribuíram para que esta dissertação se tornasse numa verdade realizada.

Ao Professor Doutor Rui Calejo, principalmente pelos seus conhecimentos tão sabiamente transmitidos, disponibilidade, incentivo e compreensão.

Ao Eng.º Hélder Silva pelos seus conhecimentos práticos.

Ao Sr. José Aníbal pela paciência na resposta a tantas questões.

Ao Sr. Jorge Silva pela disponibilização do seu espaço e forma clara e eficaz com que expressa os seus saberes tão práticos e úteis.

Às empresas contactadas pela documentação e informações disponibilizadas.

Ao amigo e colega, Eng.º Armando Silva, o meu muito obrigada.

Aos meus pais por estarem presentes em mais um momento da minha vida.

Ao meu marido pela ajuda, companheirismo e carinho.

Ao meu pequeno Romeu por todas as noites mal dormidas.

RESUMO

Pretende-se que este trabalho contribua na ampliação de conhecimentos técnicos sobre a Manutenção de Edifícios.

O Elemento Fonte de Manutenção aqui abordado são os Sistemas Solares Térmicos com todos os seus componentes, fazendo face a uma carência de informação sobre a manutenção deste elemento. Com os esforços realizados pelo próprio governo no propósito de diminuir os gastos energéticos e consequentes dependências, é importante que se retire destes equipamentos o máximo rendimento possível, não deixando cair em descrédito uma solução que tem tudo para vingar num país com enorme potencial solar.

A metodologia desenvolvida passou pela conceção de fichas síntese de manutenção para os vários componentes do sistema, abordando as várias operações de manutenção, inspeção, limpeza, medidas pró-ativas, medidas corretivas, medidas de substituição e condições de utilização. Estas fichas formam por si só uma base de dados que deram origem ao Manual de Serviço, do qual fazem parte o Manual de Manutenção e o Manual de Utilização, e o Plano de Manutenção e de Custos.

Desenvolveu-se um caso prático assente na manutenção de um sistema solar térmico em termossifão instalado numa moradia unifamiliar, ao qual se aplicaram as metodologias desenvolvidas, executando o manual de serviço e o plano de manutenção.

Pretende-se deste modo criar ferramentas nomeadamente para o utilizador, para que a sua aplicação a um sistema solar térmico, o torne cada vez mais uma oportunidade de reduzir a factura energética, deixando de ser encarado apenas como uma imposição legal.

PALAVRAS-CHAVE: Manutenção, sistemas solares térmicos, base de dados, manual do utilizador, plano de manutenção.

ABSTRACT

This work aims to enlarge the knowledge on Building Maintenance.

The Element Power Maintenance addressed here are the Solar Thermal Systems, with all its components, making face to a dearth of information on maintenance of this element. With the efforts made by the government aiming to reduce the energy demand and resulting dependencies, its important that these devices remove the maximum performance possible, not dropping out a solution that has everything to succeed in a country with enormous solar potential.

The methodology has developed synthesis sheets of maintenance of the various system components, addressing the various maintenance, inspection, cleaning, proactive measures, corrective measure, substitution measures and use conditions. These sheets form in itself a database that gave rise to the Service Manual, which comprises the Maintenance Manual and User Manual, and Maintenance Plan and Cost Plan.

Was developed a case study based on the maintenance of a thermosyphon solar thermal system installed in a single family house, which was applied the methodologies developed by running the manual service and maintenance plan.

The aim is thus to create tools for the particular user, so that its application to a solar thermal system, the increasingly become an opportunity to reduce energy bills, no longer viewed solely as a statutory requirement.

KEYWORDS: Maintenance, solar thermal systems, database, user manual, maintenance plan.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE QUADROS (OU TABELAS)

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

η - rendimento

η0 - fator de conversão

ηK - factor de perda de calor

ß - inclinação do coletor

ADUP - Associações Desportivas de Utilidade Pública

AFNOR - Associação Francesa de Normalização

APISOLAR - Associação Portuguesa da Indústria Solar

AQS - Água Quente Sanitária

AQSpP - Água Quente Solar para Portugal

BCE - Banco Central Europeu

BSI - British Standards Institution

CE - Comissão Europeia

CERTIF - Associação para a Certificação de Produtos

CIOB - Chartered Institute of Building do Reino Unido

CO2 - Dióxido de Carbono

CPC - Concentrador Parabólico Composto

C S O P T - Subcomissão para a revisão do RGEU

DGEG - Direcção Geral de Energia e Geologia

EFM - Elemento Fonte Manutenção

ENE - Estratégia Nacional para a Energia

EPC - Equipamento de Proteção Coletiva

EPI - Equipamento de Proteção Individual

FER - Fonte de Energia Renováveis

FMI - Fundo Monetário Internacional

IEA - Internacional Energy Agency

INE - Instituto Nacional de Estatística

IPQ - Instituto Português da Qualidade

IPSS - Instituições Particulares de Solidariedade Social

MIME - Manual de Inspeção e Manutenção da Edificação

MST09 - Medida Solar Térmico 2009

PNAEE - Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética

PNAER - Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis

QREN - Quadro de Referência Estratégico Nacional

RCCTE - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RGEU - Regime Geral de Edificação Urbana

RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

SCE - Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios

SHC - Solar Heating and Cooling Programme

SIME - Sistema Integrado de Manutenção de Edifícios

SPQ - Sistema Português de Qualidade

TEI - Tempo Entre Intervenções

UE - União Europeia

1

INTRODUÇÃO

1.1. SENSIBILIZAÇÃO PARA O TEMA

O crescimento exponencial dos consumos de energia na sociedade atual, associado ao declínio na extração de petróleo (ou seja, as novas descobertas de jazidas petrolíferas globalmente registadas em cada ano foram inferiores ao consumo mundial registado nesse mesmo ano), energia primária mais utilizada, e a instabilidade geopolítica dos principais países produtores dessa matéria-prima, colocam o mundo perante uma conjuntura explosiva na utilização da energia.

A queima de combustíveis fósseis gera emissões de dióxido de carbono (CO2) e outros gases que agravam o efeito de estufa, principais responsáveis pelas alterações climáticas verificadas, conduzindo a um crescente aumento do aquecimento global. Para tentar combater esta problemática, vários países, incluindo Portugal, assinaram o Protocolo de Quioto. Este protocolo estabelece metas rígidas, que cada signatário terá que cumprir num determinado período de tempo, na redução de gases de efeito estufa. Estas reduções só poderão ser atingidas, num período em que as necessidades energéticas são cada vez maiores, recorrendo à utilização cada vez mais intensa de fontes de energia limpas. É neste quadro que a utilização de sistemas solares se tornou numa oportunidade de ter o melhor de dois mundos, energia limpa e gratuita. Para além disto, podem ser criadas muitas oportunidades de emprego, nomeadamente na construção, instalação e manutenção de sistemas solares térmicos. E muitas destas oportunidades já se tornaram realidade.

A utilização da energia nas habitações tem um peso muito significativo no consumo total de energia primária em Portugal. Este consumo praticamente duplicou nos últimos 20 anos, como se pode verificar na figura 1.1.

Os edifícios são responsáveis pelo consumo de aproximadamente 40% da energia final na Europa. No entanto, mais de 50% deste consumo pode ser reduzido através de medidas de eficiência energética, o que pode representar uma redução anual de 400 milhões de toneladas de CO2 – quase a totalidade do compromisso da União Europeia (EU) no âmbito do Protocolo de Quioto [1].

Um sistema solar térmico pode reduzir até um terço a fatura energética de cada habitação [2].

Os equipamentos mais utilizados para aquecimento de água são os esquentadores, caldeiras murais a gás, termoacumuladores a gás e elétricos e são responsáveis por 50% do consumo energético, pesando na fatura mensal das famílias. A instalação de sistemas solares térmicos pode reduzir significativamente essa fatura. Anualmente e em termos globais, o sistema solar pode satisfazer até 80% das necessidades de aquecimento de água, produzindo em média 850 kW h/m2. Uma habitação com 4m2 de sistema solar reduz a quantidade de CO2 produzida, compensando o CO2 que emite numa média anual de 15 000 km efetuados ao volante do seu automóvel [3].

A utilização desta energia contribui para a economia das famílias, uma vez que parte significativa dos seus rendimentos é despendida no consumo de gás, eletricidade e outras como anteriormente referido. A figura 1.2 mostra que analisando em separado o aquecimento de águas e a cozinha, só a primeira representa 23,5% da energia, e em conjunto chegam mesmo a ultrapassar os 50% do consumo habitacional. A linha representa o peso em % do consumo doméstico no consumo total [4].

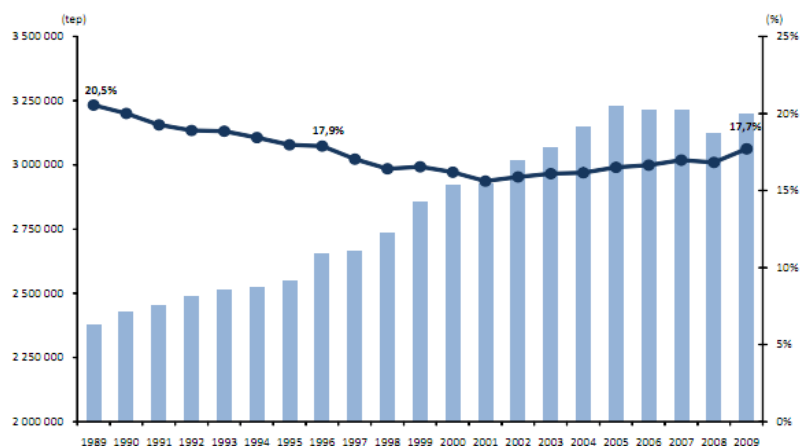



Fig.1.1 – Consumo de energia no setor doméstico entre 1989-2009 [4]

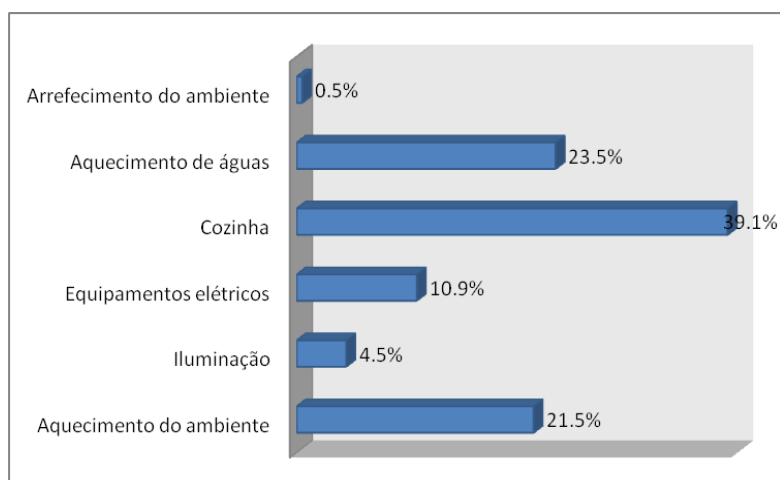



Fig.1.2 – Distribuição no consumo de energia no setor doméstico por tipo de utilização (2010) [4]

Perante este cenário, e num dos países com mais horas de exposição solar da Europa, a utilização de sistemas solares térmicos na preparação de águas quentes sanitárias tornou-se uma oportunidade de reduzir significativamente as importações de energia, que serão cada vez mais difíceis com a diminuição da janela de crédito do país. Para além da vertente económica, a energia solar é completamente gratuita e sem interrupções no seu fornecimento, e completamente isenta de emissões de gases de efeito estufa, que terão de ser reduzidas drasticamente pelos efeitos que estão a provocar no planeta.

Neste contexto foram surgindo novas leis que conduzem a uma utilização cada vez maior de sistemas solares, nomeadamente o Decreto-Lei N.º 80 de 4 de Abril 2006, que obriga as novas edificações a

possuírem sistemas solares, ponto 2 do Art.º. 7º "*...O recurso a sistemas de colectores solares térmicos para aquecimento de água sanitária nos edifícios abrangidos pelo RCCTE é obrigatório sempre que haja uma exposição solar adequada. ...*". Para além deste decreto-lei foram criados incentivos por parte do estado português para a instalação destes sistemas. Outra das motivações que leva à sua instalação, é sem dúvida, o bom investimento desta ação, pois o período de retorno deste investimento pode ser inferior a cinco anos. A utilização de sistemas solares térmicos detêm, relativamente às formas convencionais de preparação de águas quentes sanitárias, grandes vantagens ecológicas, que nos dias de hoje arrastam para as suas hostes cada vez mais adeptos.

Esta onda positiva não pode ser travada por problemas com a sua manutenção, colocando assim em causa esta oportunidade de mudar o perfil de consumo de energia. Se estes não forem alvos de manutenção podem deixar de funcionar, ou reduzir significativamente o seu rendimento, no primeiro ano de vida. E a desilusão causada por este facto pode ser superior à ilusão que se vive atualmente. O Decreto-Lei N.º 80 de 4 de Abril 2006 aborda esta problemática no n.º 3 do anexo 5, obrigando a que sejam feitas operações de manutenção "*...A contribuição de sistemas solares só pode ser contabilizada, para efeitos deste Regulamento, se os sistemas ou equipamentos forem certificados de acordo com as normas e legislação em vigor, instalados por instaladores acreditados pela DGEG e, cumulativamente se houver garantia de manutenção do sistema em funcionamento eficiente durante um período mínimo de seis anos após a instalação. ...*"

A manutenção de sistemas solares térmicos é sem dúvida um tema pertinente, e como a massificação da instalação dos mesmos ainda é recente, existem poucos trabalhos nesta área. É com estas premissas que surge o interesse em fornecer um contributo nesta temática. Se algo não for feito rapidamente para diminuir as emissões de dióxido de carbono, não existirá planeta para as gerações futuras. E se não for alterado o perfil de utilização de energia, optando por energias gratuitas, não existirá também país, em termos económicos, para essas mesmas gerações. É com espírito de missão que se abraça esta tarefa. Esta nova área económica poderá ser também uma fonte de criação de postos de trabalho associados à manutenção dos sistemas solares térmico.

1.2. OBJETO / ÂMBITO

Conhecida que é a temática de manutenção de edifícios, seus procedimentos e vantagens, e na expectativa de poder disponibilizar o estudo de um elemento que viesse a complementar toda essa informação, pensou-se numa abordagem atual, de interesse geral e ainda com pouca informação. Colmatando essa falta de informação disponível, este documento pretende ser uma mais valia dentro de um conjunto abrangente que é a manutenção de edifícios.

O âmbito desta dissertação, inserida no curso de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, prende-se com a análise do passado, constatações do presente e lançamento de bases para o futuro, das operações de manutenção de sistemas solares usados para a produção de águas quentes sanitárias no setor residencial em Portugal. O estudo incidirá nos diferentes componentes dos sistemas solares, inicialmente caracterizando-os e posteriormente propondo planos de manutenção adaptados às suas diferentes características.

Os sistemas solares são complexos devido à diversidade de materiais e tecnologias de que são feitos. Este facto, associado às condições climatéricas a que são expostos, fazem das ações de manutenção um pilar fundamental para o bom funcionamento destes sistemas. A ideia é constituir um guia/manual de manutenção por meio de fichas síntese, que possam ser utilizados por qualquer utilizador e também técnicos.

1.3. OBJETIVOS

Sendo o edifício um "ser" complexo, constituído por várias especialidades, de maior ou menor relevância, a análise da manutenção não pode de forma alguma descorar elementos que constituem uma mais valia, económica e financeira, assim como ecológica para os utilizadores. Num mercado em que esta perspetiva erradica do vocabulário termos como falha, erro e a perda de produtividade, a otimização de recursos faz da manutenção uma arma por demais importante na diminuição dos tempos de avaria. A identificação de modos de falha e sua análise fazem também parte desta problemática.

Na temática relativamente recente de instalação de sistemas solares para águas quentes sanitárias, a escassez de informação disponível sobre a manutenção, aliada à falta de conhecimento por parte dos utilizadores, encontra neste trabalho um compêndio de informações relativas às ações de manutenção. Só através do domínio dos processos envolvidos, sua compreensão, gestão e interligação, se podem definir estratégias englobadas num único sistema que visem atingir o objetivo máximo de eficiência no desempenho destes equipamentos.

Inserido na perspetiva global de manutenção de edifícios, pretende-se com esta dissertação:

- Caraterizar a situação atual de manutenção dos coletores;
- Definir uma metodologia de manutenção primária;
- Criar instrumentos de manutenção ao nível do utilizar;
- Avaliar os custos e as mais valias económicas dessa manutenção;
- Informar os utilizadores sobre as conclusões retiradas do presente trabalho.

Uma vez que o hiato de tempo para realização deste trabalho não permite uma aplicação prática, sobre as quais se possam retirar algumas conclusões, espera-se que este documento sirva de alavancagem para futuras abordagens do presente tema.

1.4. METODOLOGIA

O desenvolvimento da presente dissertação terá uma base de pesquisa bibliográfica, direcionada para a aquisição de conceitos e conhecimentos sobre os sistemas solares, com enfoque na manutenção. Nessa pesquisa será dada especial atenção às práticas atuais e possíveis formas de as melhorar.

Partindo de um estudo legislativo e normativo, para que dentro de um enquadramento fundamentado do que é legalmente exigível, possam ser dados passos firmes no que se pretende com este trabalho, a consulta de estudos, teses, pareceres, artigos de opinião, livros, etc. serão uma base de partida primordial.

Uma pesquisa mais técnica, a realizar no universo dos manuais de manutenção, catálogos técnicos, certificados, etc., existentes para os distintos tipos de elementos, retiram-se as principais diferenças entre eles e consequentes diferentes manutenções.

Pretende-se efetuar entrevistas, dando voz aos diversos intervenientes na matéria, desde os projetistas, aos fabricantes, instaladores, técnicos de manutenção e utilizadores, absorvendo o máximo de informação, com as várias perspetivas e pontos de vista para futuro tratamento.

Realização de visitas a fabricantes, para na raiz da conceção, enquadrar a teoria com as práticas construtivas, visitas essas que se estenderão à instalação e ao acompanhamento de técnicos de manutenção, efetuando uma observação pró-activa, para registo *in loco* dos processos e procedimentos levados a cabo. Como recursos, de referir a utilização de meios informáticos e de captação de imagem.

1.5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação encontra-se estruturada em 6 capítulos, índice, referências bibliográficas e anexos. Segundo uma análise geral, podem acoplar-se estes capítulos em 3 grandes partes. Uma parte onde se efectua o desenvolvimento e conhecimento teórico do tema, com a Introdução, Enquadramento Teórico do Elemento Fonte de Manutenção, adiante designado por EFM, e Fundamentos Teóricos da Manutenção. Outra com o desenvolvimento prático da manutenção do Elemento Fonte, de onde fazem parte as Metodologias de Manutenção Técnica e a Aplicação do Procedimento e finalmente a última com as Conclusões e as Perspetivas Futuras.

No capítulo 1 "Introdução", faz-se uma sensibilização do tema, por meio de uma abordagem geral relativamente à sustentabilidade económica e ecológica e ao cumprimento da legislação e metas internacionais. Uma abordagem mais específica ao Elemento Fonte no que respeita à sua manutenção definindo os objetivos deste trabalho e enunciando a metodologia a seguir assim como a sua estrutura.

O capítulo 2 "Fundamentos Teóricos da Manutenção", inicia com os conceitos de manutenção e objetivos. Quais os tipos de manutenção ou operações de manutenção existentes. Importância da gestão e manutenção técnica de edifício e do desenvolvimento dos manuais e planos de manutenção na conceção e não no final. Com este capítulo assentam-se conceitos e metodologias úteis no desenvolvimento dos seguintes.

No capítulo 3 "Enquadramento Teórico – EFM – Sistemas Solares Térmicos", apresenta-se o setor solar, políticas e estatísticas, com as normas aplicáveis, as estratégias definidas e a evolução ao longo dos anos. A história dos sistemas solares com apresentação da definição, elementos constituintes, descrição sobre o funcionamento, locais de instalação e quem está autorizado a instalar, com que habilitações/competências.

No capítulo 4 "Metodologia de Manutenção Técnica de Sistemas Solares Térmicos", apuram-se as principais anomalias verificadas para materializar a manutenção. Desenvolvimento de uma base de dados constituída por fichas de síntese autónomas para os distintos elementos de um sistema. Definição e descrição, por operação, das tarefas de manutenção inscritas nessas mesmas fichas.

O capítulo 5 "Aplicação Prática do Procedimento", concretizando a metodologia do capítulo anterior, com a aplicação a um caso prático. Aplica a base de dados realizada a um caso concreto, define o Manual de Manutenção e Manual de Utilização e Manual do Proprietário. Estrutura graficamente num Plano de Manutenção as operações, e orçamenta os seus custos distribuindo-os no tempo através de um Plano de Custos.

O capítulo 6 "Conclusões e Desenvolvimentos Futuros", realização de análise dos elementos gerados no capítulo anterior, retirando as devidas elações e lançamento de algumas ideias para o futuro deste tema.

Finalmente todos os elementos que devido à sua extensão ou menor importância, encontram-se organizados e distribuídos pelos anexos.

2
FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA MANUTENÇÃO

2.1. GESTÃO E MANUTENÇÃO TÉCNICA DE EDIFÍCIOS

2.1.1. CONCEITOS GERAIS E IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO NA CONCEÇÃO

A Gestão de Edifícios deve ser entendida como todo o conjunto de ações e procedimentos que é necessário efetuar a um edifício, após a sua construção, de forma a otimizar o seu desempenho. De facto, o objetivo fundamental da Gestão de Edifícios centra-se na otimização do binómio "desempenho/valor" [6].

O objetivo desempenho, relacionado com a consideração dum edifício como "recurso", pretende garantir o funcionamento do edifício como em estado novo, sendo para tal necessário garantir que os componentes do edifício desempenhem as suas funções ao mais elevado nível permitido pelas suas especificações, com o mínimo encargo possível e com o mínimo de intervenções. O objetivo desempenho, engloba também as aspirações culturais e históricas [6].

Assim, exige do utilizador/gestor de edifícios uma atitude sistémica típica da Gestão: [6]

- *Otimizar a utilização;*
- *Promover ações de manutenção;*
- *Observar comportamentos e agir em conformidade;*
- *Proteger.*

O objetivo valor, relacionado com a consideração dum edifício como "bem imóvel", está implícito no bem económico que um edifício representa. Traduz o conjunto de pretensões relacionadas com o incremento do seu valor próprio e com o evitar da sua depreciação numa perspetiva de mercado [6].

A Gestão de Edifícios integra conhecimentos provenientes de diferentes áreas do conhecimento nomeadamente:

- Engenharia (Civil, Eletrotécnica, Mecânica);
- Arquitetura;
- Legislação;
- Sociologia/Psicologia;
- Economia.

A estrutura dos atos de gestão de um edifício divide-se em procedimentos, processos e atividades, que assumem uma estrutura piramidal, ilustrada na figura 2.1, em que: [7]

- Procedimentos: definem ações ou operações;
- Processos: organização de procedimentos para dar resposta às exigências;
- Atividades: conjunto de processos que respondem às exigências para satisfação dos objetivos.

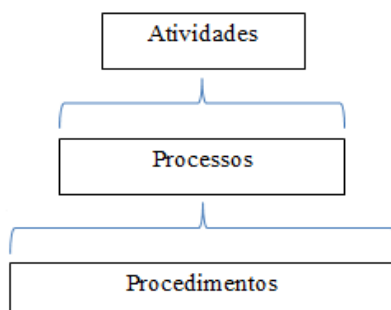



Fig. 2.1 – Estruturação dos atos de gestão de edifícios

Tal como na Gestão em geral, considera-se a prática da Gestão de Edifícios estruturada em três atividades de gestão fundamentais: [6]

- Técnica;
- Económica;
- Funcional.

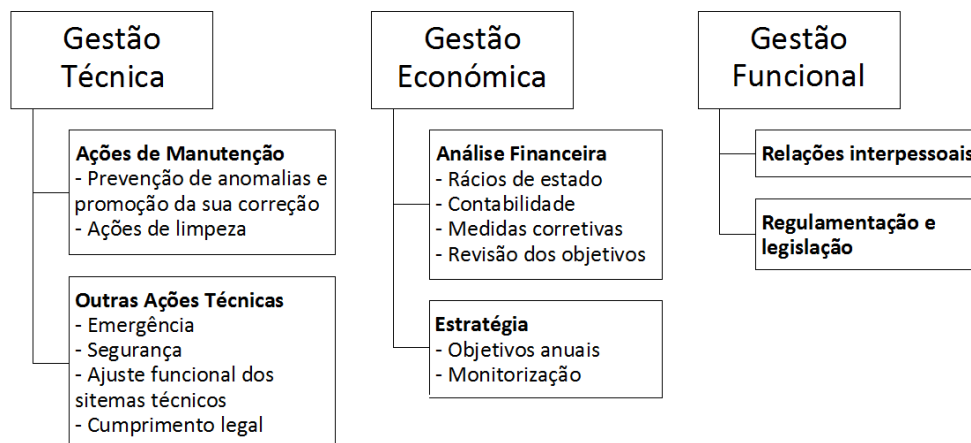



Fig. 2.2 – Estruturação dos atos de gestão de edifícios

De forma resumida considera-se que: [6]

- A Gestão Técnica engloba todos os processos relacionados com o desempenho do edifício, dos seus elementos ou componentes;
- A Gestão Económica integra todos os processos financeiros ou contabilísticos, relacionados com o edifício, decorrentes dos encargos com o seu funcionamento;
- A Gestão Funcional assume todas as questões decorrentes da utilização do edifício num determinado contexto que se pode caraterizar pelos utentes, pela legislação, pelas relações com próximos, etc..

2.1.2. PRINCIPAIS ATIVIDADES DE GESTÃO DE EDIFÍCIOS

2.1.2.1. Gestão Técnica de Edifícios

A gestão técnica de edifícios constitui, provavelmente, a atividade da gestão de edifícios que mais se enquadra no âmbito da Engenharia Civil, uma vez que engloba todas as ações pretendendo garantir o desempenho das soluções construtivas do edifício, procedendo-se para tal à correção de desvios funcionais e à avaliação das condições de funcionamento. Assim, a gestão técnica de edifícios pode ser sinteticamente definida como a globalidade de procedimentos implícitos na manutenção [6], sendo por isso também denominada por alguns autores por gestão da manutenção.

Esta deve ser um processo lógico e sequencial, planeando a atividade da manutenção, não se limitando a procedimentos temporais. Deve também incluir o levantamento e diagnóstico de anomalias, a gestão técnica e económica das intervenções, a inspeção e monitorização dos trabalhos realizados [6].

A manutenção implica a existência de uma entidade responsável pela sua realização, designada para o efeito por gestor de edifícios, sendo por vezes esta entidade o próprio proprietário da habitação.

O gestor de edifícios, que pode exercer a sua atividade de diversas formas, seja por pessoa singular ou coletiva, de forma instituída ou assumida, desempenha um papel central na manutenção do edifício. Tem por principal objetivo manter o desempenho do edifício, sendo âmbito da sua atividade tudo o que de algum modo se relaciona com a envolvente construída (interna e externa) e/ou com instalações e equipamentos [6].

Para atingir os objetivos de desempenho e valor a que se propõe no âmbito da Gestão de Edifícios, são vários os processos de gestão técnica dum edifício e podem-se agrupar em: [6]

- Manutenção;
- Limpeza e higiene;
- Emergências;
- Segurança;
- Ajuste funcional;
- Cumprimento Legal.

a. Manutenção

O processo manutenção integra basicamente as ações de prevenção de patologias, através da promoção de ações sistemáticas e/ou condicionais e as ações de promoção da sua correção após o seu aparecimento [6].

Os procedimentos inseridos na atividade de manutenção são, pela sua importância, convenientemente comentados em subcapítulo próprio.

b. Limpeza e Higiene

A Limpeza e Higiene é um processo que decorre da normal utilização do edifício e como tal apresenta diferentes soluções e diferentes responsáveis, função do tipo e condições de utilização. Estas devem responder às necessidades específicas, nomeadamente localização, dimensão, serviços disponíveis e condições de utilização [6].

c. Emergências

O processo emergência pode subdividir-se em: [6]

- Emergências Técnicas;
- Emergências Acidentais.

As Emergências Técnicas compreendem as situações em que se verifica a interrupção de algum dos aspetos funcionais do edifício, ou dos seus equipamentos, com desempenho vital para o normal funcionamento do edifício. Compete ao responsável pelo edifício definir previamente, para cada situação previsível, os processos de atuação em caso de emergências técnicas, de forma a otimizar a ação de resposta e minimizar as suas consequências. Não será ainda esta, na maioria dos casos, a forma de atuação em Portugal, pois a figura de gestor não é em geral assumida por ninguém e não existe praticamente formação neste domínio [6].

As situações de Emergência Acidental compreendem as situações com origem em acidentes, de que são exemplos incêndios, inundações, abalo sísmico e pânico coletivo. Uma vez que estas ocorrem com diminuta frequência, o papel do gestor limita-se, na generalidade dos casos, em possuir o contato das entidades de emergência, tais como bombeiros e polícia [6].

A forma de atuação nestas situações de emergência varia, como facilmente se percebe, em função do desempenho funcional do edifício. Assim, devem ser perfeitamente definidas todas as formas de atuação em caso de emergência acidental, das quais são exemplo a definição das formas de evacuação dos utentes (uma das mais gerais e principais preocupações), recomendações técnicas (desligar circuitos ou fechar válvulas), entre outras [6].

Não obstante, a Emergência Acidental é ainda frequentemente enquadrada no âmbito da prevenção e segurança, essencialmente no que se refere à segurança contra incêndios e contra intrusões [6].

d. Segurança

A Segurança, apesar de relacionada com a atuação em situações de emergência como referido no ponto anterior, é o processo que tem como principal objetivo garantir as condições fundamentais de segurança passiva e ativa.

A evolução tecnológica tem constituído um enorme auxílio ao gestor de edifício, particularmente nos sistemas de deteção automática (por exemplo incêndio, intrusão). Apesar destes desenvolvimentos tecnológicos, compete contudo ao gestor de edifícios desempenhar ainda um papel fundamental na prevenção da segurança: educar os hábitos dos utentes [6].

e. Ajuste funcional

A utilização inadequada do edifício, motivada por desajustes funcionais, é uma das fontes geradora de patologias e degradação em edifícios. Deste modo, o gestor de edifícios desempenha um papel primordial na correta interpretação dos desajustes funcionais e na promoção da sua solução. A promoção do ajuste funcional concretiza-se não apenas pela alteração da funcionalidade do edifício, mas também pela alteração dos hábitos dos utilizadores, eles próprios muitas vezes fonte de desadaptação [6].

Não será ainda esta função assumida, na maioria dos casos, pelos gestores de edifícios. Esta situação pode ser justificada, por um lado, pela falta de formação especifica dos gestores de edifícios e, por outro lado, pela insuficiente difusão da literatura referente a esta temática. Assim, o processo de ajuste funcional fica, não raras vezes, a cargo do próprio utente do edifício [6].

f. Cumprimento Legal

Ao gestor de edifícios compete ainda zelar pelo cumprimento de disposições legais relacionadas com o edifício, tanto na fase de construção como na fase de utilização.

Na fase de construção, salienta-se o papel do gestor de edifícios no garantir do cumprimento das disposições legais com origem em alterações.

Na fase de utilização, para além de garantir o cumprimento das disposições legais decorrentes da normal utilização do edifício (por exemplo no que respeita ao consumo de energia elétrica e utilização de quadros, ou ainda a sistemas de bombagem e pressurização de água), deve também garantir o cumprimento das disposições legais referentes à forma de utilização do edifício, ou seja, referentes à atividade desenvolvida no edifício (por exemplo normas de segurança relativas ao armazenamento ou manipulação de produtos tóxicos ou explosivos, atividades ruidosas, entre outras) [6].

2.1.2.2. Gestão Económica de Edifícios

Os edifícios, considerados bens imóveis de longa duração, exigem um elevado esforço financeiro inicial. Contudo, este não é o único investimento a realizar. Cada vez mais, os custos diferidos associados à fase de utilização dos edifícios representam considerável influência no balanço económico do investimento em causa, atingindo valores anuais consideráveis que, de acordo com alguns autores [8], representam cerca de cerca de 1 a 2% do custo de reposição do edifício. A crescente consciencialização deste facto “obriga” os vários intervenientes neste processo, sobretudo aos proprietários, à rentabilização dos edifícios durante a sua vida útil. Esta rentabilização pode ser resultado de uma atividade imobiliária especulativa, o mais comum, ou de efetivas ações de gestão económica, o mais desejável [6].

É precisamente no âmbito dos custos diferidos que o gestor de edifícios desempenha um papel fundamental e aí deve centrar a sua atividade económica. A figura 2.3 ilustra uma possível subdivisão dos custos diferidos.

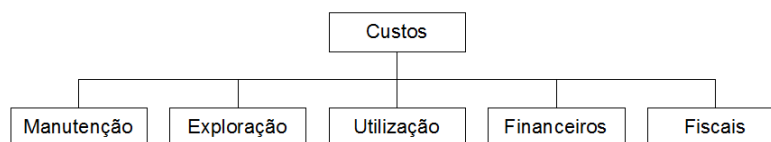



Fig.2.3 – Subdivisão dos custos diferidos

Em relação aos referidos custos diferidos refere-se que: [6]

- Os custos de Manutenção resultam da implementação do processo de manutenção em si (ações preventivas e ações corretivas);
- Os custos de Exploração estão relacionados exclusivamente com os encargos económicos decorrentes da realização de determinada atividade para as quais o edifício é utilizado;

- Os custos de Utilização resultam dos encargos económicos necessários para manter o edifício em serviço;
- Os custos Financeiros repercutem-se, em geral, em todo o processo do empreendimento, desde a fase de planeamento até à fase de exploração, sendo também considerado, não raras vezes, responsabilidade do gestor;
- Os custos Fiscais resultantes da implantação do edifício originam responsabilidades que devem ser supridas, quer devido ao registo ou transação quer devido à utilização. Enquadra-se também no âmbito das competências do gestor de edifício promover a regularização dos encargos fiscais.

Face ao exposto, facilmente se conclui ser da responsabilidade do gestor de edifício promover os meios económicos no sentido de canalizar as verbas necessárias para suprir os referidos custos. É também de sua responsabilidade direcionar as aplicações, ou seja, otimizar a aplicação das verbas face às necessidades do momento. Compete ainda ao gestor de edifício fiscalizar e controlar os investimentos levados a cabo, atividades essas que necessitam de aquisição e tratamento de um grande volume de informação [6].

Em síntese, pode subdividir-se a atividade económica em duas áreas: [6]

- Análise financeira, que lida com os processos contabilísticos e com a obtenção e análise de rácios informativos do estado económico;
- Estratégia, relacionada com as decisões a tomar com base nos objetivos de valorização e de não depreciação do edifício.

Torna-se então necessário criar e utilizar adequadas metodologias de gestão para se atingir os seguintes objetivos: [9]

- Auxiliar os projetistas na escolha da solução mais adequada ao binómio qualidade/custo diferido, comparando diferentes soluções;
- Elaborar o orçamento de exploração e do investimento em operações de manutenção;
- Realizar estudos de viabilidade financeira de investimentos, como forma de verificação das opções de intervenção;
- Prover meios financeiros necessários para suportar os custos diferidos,
- Otimizar a utilização de verbas face às necessidades do momento;
- Fiscalizar e controlar investimentos realizados.

2.1.2.3. Gestão Funcional de Edifícios

Um outro aspeto a abordar na gestão de edifícios é a gestão funcional. Como está sobretudo relacionada com o fenómeno social inerente à utilização dos edifícios, é também designada por outros autores como gestão social [6].

A gestão funcional pretende garantir o apoio ao desenvolvimento duma determinada utilização dum edifício, com particular foco nos deveres e obrigações dos utentes e também promover a realização dos processos que compõem a gestão técnica [8].

A atividade funcional pode ser subdividida nos seguintes processos: [6]

- Regulamentação da atividade;
- Economia e regras de utilização;
- Representação da gestão de edifícios em diversos tipos de compromissos;
- Promoção da gestão técnica.

As ações a realizar pelo gestor de edifício nos referidos processos dependem do tipo de utilização do edifício, pelo que é possível a sua subdivisão em função do tipo de edifício: [6]

- Edifícios de habitação;
- Edifícios públicos;
- Edifícios industriais.

Ao gestor de edifício compete, de modo geral, definir regras e enquadrar comportamentos, de modo a proporcionar a satisfação das necessidades comuns dos utentes [6].

Em edifícios de habitação multifamiliar, a atuação do gestor centra-se fundamentalmente na definição do modo de utilização das zonas comuns. Não é, contudo, ainda muito comum o gestor assumir e desempenhar este papel [6].

Em edifícios públicos, a atuação do gestor deve ser antagónica à anterior, devendo restringir ao estritamente necessário o relacionamento entre o público e os funcionários. Neste tipo de utilização, a padronização de comportamentos assume maior importância, de modo a facilitar o desempenho de todas as funções a que o público pretende aceder. Esta padronização de comportamentos vai desde o encaminhamento do público, com todas as questões relacionadas com a sinalização, até à pré-definição de funções específicas de atendimento e sua correlação com o espaço. Numa fase inicial, compete ao autor do projeto do edifício este tipo de decisões. No entanto, e tendo em consideração as alterações a que um edifício está sujeito, particularmente o caráter evolutivo das necessidades a que um edifício público tem que dar resposta, o gestor de edifício deve desempenhar um papel ativo nas decisões a tomar [6].

A promoção das atividades da gestão técnica assemelha-se, no âmbito dos procedimentos funcionais em edifícios de habitação e edifícios públicos, à forma da gestão de atividade de contratação: [6]

- Especificações de serviços;
- Seleção de fornecedores;
- Acompanhamento da atividade,
- Receção e validação da prestação;
- Controlo económico.

Em edifícios industriais, a atuação do gestor deve garantir que as condicionantes geradas pela envolvente do local de trabalho, neste caso o edifício, minimizem a sua influência negativa nos utentes. Assim, o gestor de edifício deve estar particularmente atento ao desempenho funcional do edifício e ao modo como os funcionários com ele interagem e a ele se adaptam. Ao contrário do observado para os edifícios públicos, em que existe a necessidade de padronizar, nos edifícios industriais é a necessidade de particularizar que assume relevância, sendo função do gestor de edifício criar um ambiente familiar e acolhedor para o trabalhador, o que nem sempre é fácil de conseguir [6].

A promoção das atividades da gestão técnica assume, no âmbito dos procedimentos funcionais em edifícios industriais, características mistas de contratação externa e gestão de recursos próprios [6].

A figura 2.4, sintetiza as funções do gestor de edifícios assim como as referidas atividades de gestão.

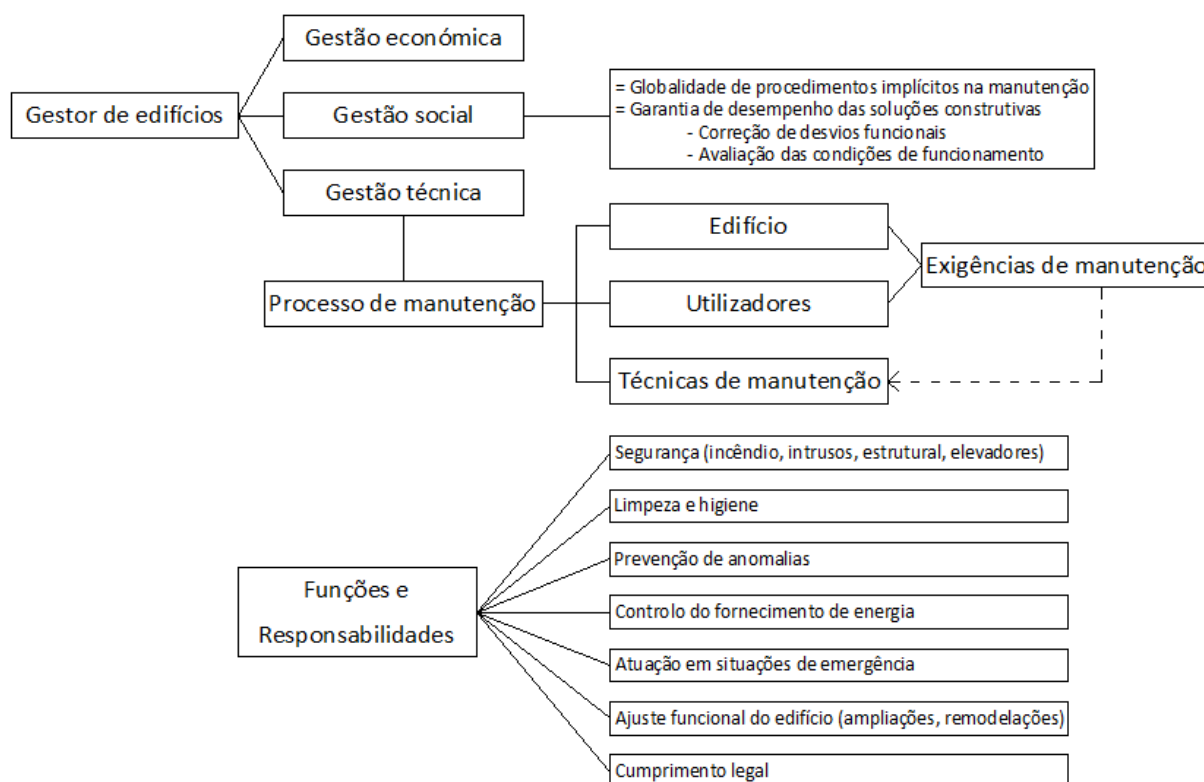



Fig. 2.4 – Tarefas do gestor do edifício [10]

2.1.3. Elementos fonte de manutenção (EFM) e sua vida útil

A observação de um edifício permite constatar que este não se degrada, no seu todo, da mesma forma nem ao mesmo ritmo. Tal facto pode ser explicado recorrendo-se à visão do edifício como sendo constituído por um conjunto de subsistemas compatíveis, que contribuem para o desempenho de determinado conjunto de funções, e é assim que o edifício responde às solicitações e exigências.

Assim, no âmbito da manutenção de edifícios, considera-se a degradação do edifício como resultado do contributo de degradação de cada um dos seus subsistemas, não se caraterizando mais o edifício no seu todo mas sim observando-se os subsistemas que o constituem [6].

A estes subsistemas atribuiu-se o nome de elementos fonte de manutenção (EFM), que apresentam mecanismos de degradação e formas de desempenho próprias e geralmente independentes, e são estes EFM o alvo de intervenção do processo de manutenção de edifícios [6].

De referir que “Elementos Fonte de Manutenção” adota a designação de “elementos” de uma forma generalista, referindo-se quer a “elementos” quer a “componentes”.

Após investigação sobre possíveis elementos fonte manutenção, que abrangeu vários países, Rodrigues propõe no seu trabalho “*Gestão de Edifícios. Modelo de Simulação Técnico-económica*.” uma listagem de elementos fonte de manutenção, numa contribuição para a normalização desenvolvida a propósito de bairros habitacionais, que se adota na presente dissertação e que se expõe no quadro 2.1 [6].

A estrutura apresentada baseia-se em dois conceitos: [6]

- Permitir diferentes níveis de agregação;

- Ser facilmente referenciável por um código.

Os diferentes níveis de "observação" de um edifício permitem enquadrar muitas intervenções e, consequentemente, patologias que se manifestam, quer a um nível mais geral quer a um nível mais pormenorizado. Por outro lado, permite facilitar ao nível mais desagregado, o Nível 3, a individualização de EFM de acordo com o principal agente de degradação [6].

A codificação usada permite ainda um tratamento automático para referenciar um determinado EFM.

Quadro 2.1 – Lista de elementos fonte de manutenção [6]

Elementos fonte de manutenção		
Nível 1	Nível 2	Nível 3
1 - Elementos edificados	1.1 - Estrutura	1.1.1 - Fundações
		1.1.2 - Elementos verticais
		1.1.3 - Elementos horizontais
	1.2 - Panos de parede	1.2.1 - Exteriores
		1.2.2 - Interiores
	1.3 - Cobertura	1.3.1 - Acessível
		1.3.2 - Não acessível
2 - Acabamentos	2.1 - Revestimentos horizontais	2.1.1 - Tetos
		2.1.2 - Pavimentos
	2.2 - Revestimentos verticais	2.2.1 - Exteriores
		2.2.2 - Interiores
	2.3 - Vãos exteriores	2.3.1 - Portas
		2.3.2 - Janelas
	2.4 - Vãos interiores	2.4.1 - Portas
		2.4.2 - Janelas
3 - Instalações	3.1 - Abastecimento de água	3.1.1 - Rede
		3.1.2 - Louças e comandos
		3.1.3 - Outros
	3.2 - Esgotos	3.2.1 - Rede
		3.2.2 - Outros
	3.3 - Eletricidade	3.3.1 - Rede
		3.3.2 - Outros
	3.4 - Outros	3.4.1 - Rede

		3.4.2 - Outros
4 - Outros	4.1 - Outros	4.1.1 - Ventilação
		4.1.2 - Equipamento
		4.1.3 - Juntas
		4.1.4 - Sistema solar térmico

Afigura-se relevante, devido ao papel que desempenha na manutenção de edifícios, referir a definição de vida útil.

A norma ISO 15686 – 1 (2000) define vida útil como *"o período de tempo após a construção em que o edifício ou os seus elementos e componentes, igualam ou excedem requisitos mínimos de desempenho"*. A proposta de alteração do RGEU, no seu artigo 119º, contempla também uma definição de vida útil, definindo-a como: *" período em que a respectiva estrutura não apresenta degradação de materiais, em resultado das condições ambientes, que conduzam á redução da segurança estrutural inicial, nomeadamente nas secções críticas dos elementos estruturais principais"* [11].

2.2. CONCEITO DE MANUTENÇÃO E OBJETIVOS

A pesquisa bibliográfica permite constatar que o conceito de manutenção é definido de forma diferente por diferentes autores, observando-se uma evolução na definição de manutenção, à medida que o conhecimento se desenvolve e o contexto em que é aplicado se altera. Verifica-se também uma procura de normalização do conceito de manutenção em vários países, através da sua publicação em normas. Referem-se de seguida alguns conceitos e evolução que se consideram relevantes na manutenção de edifícios.

O conceito de manutenção, atribuído por vários autores como proveniente do processo industrial, tem sido gradualmente aplicado a edifícios.

Em 1972, o Comité de Manutenção de Edifícios do Reino Unido estabelece a definição de manutenção como *"Trabalho realizado de forma a manter, restaurar e melhorar todas as partes de um edifício, sistemas e componentes, para uma aceitável qualidade e para manter a utilidade e valor do edifício"*. Esta definição bastante ampla, anterior à sua publicação em qualquer norma, introduz a noção de valor e relaciona-o com a expetativa de vida de um edifício e que requer a análise de mecanismos complexos que valorizem o edifício ao longo do tempo [12].

Em 1984, surge, também no Reino Unido, a primeira norma que aborda o conceito de manutenção, embora numa perspetiva mais relacionada com a manutenção industrial, publicada pelo British Standards Institution (BSI). Designada por BS 3811:1984, esta norma define manutenção como *"combinação de ações com o objetivo de manter e/ou reparar um objeto de forma a torna-lo em condições aceitáveis"*. Esta definição introduz alguma subjetividade com a expressão *condições aceitáveis*. Em 1993, uma revisão a esta norma define manutenção como *"A combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo a sua supervisão, necessário à reposição de determinado elemento num estado no qual este possa desempenhar a preceito a performance pretendida"*. Nesta definição, observa-se já alguma valorização de aspetos relacionados com a gestão através da inclusão de aspetos organizacionais como administração e supervisão [12].

Considerando irrealista a expetativa em manter ou restaurar um edifício para o seu nível inicial, o Chartered Institute of Building do Reino Unido (CIOB), define manutenção como *"Trabalho realizado de forma a manter, restaurar e melhorar todas as partes de um edifício, sistemas e componentes, para um nível aceitável de qualidade, determinado pelo balanço entre necessidades e recursos disponíveis."*. Nesta definição, o balanço entre necessidades e recursos disponíveis é considerado como um importante fator na definição de nível aceitável. É sugerida a condição de não se exceder o valor previamente reservado para a manutenção, mesmo que tal seja necessário para se atingir um nível aceitável. [12].

Segundo a norma [ISO 15686-1, 2000] Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 1: General principles *"Manutenção é a combinação de acções técnicas e respectivos procedimentos administrativos que, durante a vida útil dum edifício e suas componentes, se destinam a assegurar que este desempenhe as funções para que foi dimensionado"* [12].

Contudo, apesar das diversas definições anteriormente referidas, considera-se interessante a definição inscrita na NP EN 13306:2007 como sendo a *"combinação de todas as acções técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou a repô-lo num estado em que pode desempenhar a função requerida"* [13].

2.3. POLÍTICAS DE MANUTENÇÃO

2.3.1. MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A estratégia de manutenção preventiva (também designada por alguns autores por manutenção pró-ativa) tem como objetivo o planeamento da intervenção antes da ocorrência de anomalias, reduzindo assim a probabilidade de determinado elemento apresentar deteriorações que conduzam a um desempenho abaixo das exigências estabelecidas [14].

A manutenção preventiva pode ser subdividida em duas formas de atuação: [15]

- Sistemática (também designada por alguns autores por manutenção preventiva), em que é previsível determinada intervenção;
- Condicionada (também designada por alguns autores por manutenção preditiva), em que é necessário esperar por sintomas prévios de degradação para se atuar.

Resumidamente, a manutenção sistemática consiste na realização de atividades de manutenção, baseadas num planeamento e em periodicidades fixas, permitindo deste modo a minimização de trabalhos extraordinários e também uma menor interferência com a normal utilização do edifício. A manutenção condicionada consiste na realização das atividades de manutenção, em função do resultado da análise do estado dos diversos elementos fonte de manutenção que constituem o edifício, planeando as inspeções e não as atividades a executar [14].

2.3.1.1 Manutenção sistemática

A manutenção sistemática pressupõe o conhecimento, com alguma segurança, da vida útil dos elementos fonte de manutenção dum edifício. Este tipo de manutenção integra fundamentalmente ações de controlo, ajuste e de substituição [15].

As referidas ações são realizadas em rotinas periódicas de verificação, incidindo precisamente nos elementos fontes de manutenção que se espera estarem em fase de pré-patologia.

Aqui reside justamente o principal obstáculo ao sucesso da política de manutenção sistemática: o estabelecimento e implementação de rotinas periódicas de atuação.

De facto, para o planeamento das operações de manutenção é necessário, para além do conhecimento da vida útil de cada elemento fonte de manutenção, a caraterização de vários parâmetros: [14]

- Vida útil de cada elemento;
- Níveis mínimos de qualidade/exigências;
- Anomalias relevantes;
- Causas prováveis;
- Caraterização dos mecanismos de degradação;
- Sintomas de pré-patologia;
- Escolha das operações de manutenção;
- Análise de registos históricos (periodicidade de intervenções, etc.);
- Comparação com o comportamento em outros edifícios (antes e após reparações);
- Recomendações técnicas dos projetistas, fabricantes/fornecedores, etc.;
- Disponibilidade e operacionalidade;
- Custos das operações.

O planeamento das operações de manutenção deve ser preferencialmente realizado em fase de projeto, logo após o conhecimento dos elementos constituintes do edifício [14].

O fluxograma da figura 2.5 pretende sistematizar a metodologia da estratégia de manutenção sistemática.

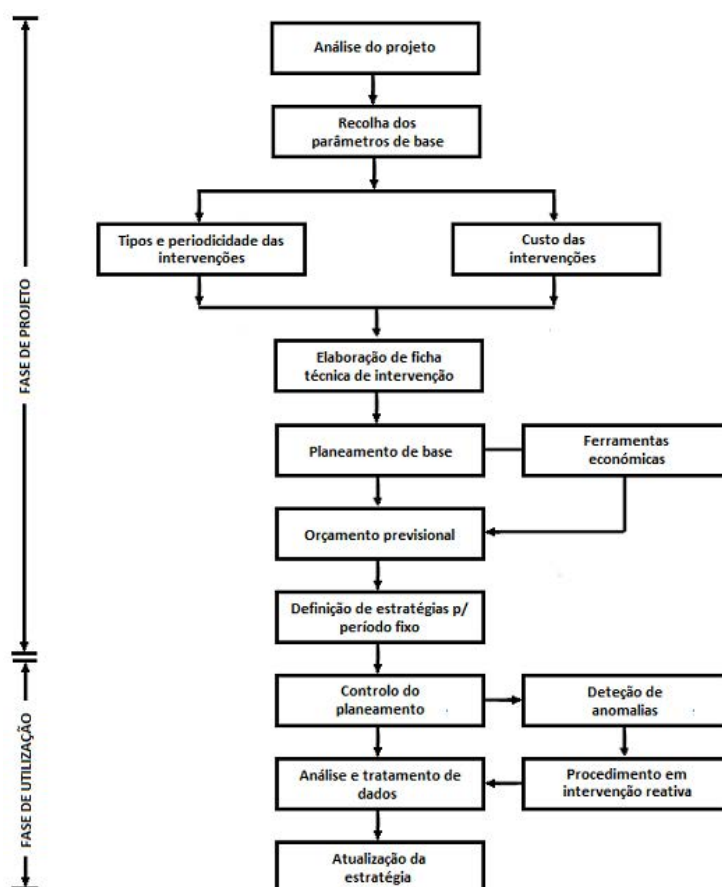



Fig.2.5 – Fluxograma de manutenção preventiva sistemática [14]

Como se pode observar, esta estratégia compreende as fases de projeto e de utilização.

A fase de projeto inclui as etapas:

- Análise do projeto, com recolha de dados;
- Elaboração de ficha técnica de intervenção;
- Elaboração do planeamento de base,
- Orçamento previsional.

Na fase de utilização, efetua-se o controlo do planeamento e do orçamento, com registo e atualização de dados. Nesta fase, sempre que se detetem anomalias não previstas, procede-se de acordo com o fluxograma da intervenção reativa [14].

A política de manutenção sistemática apresenta, como qualquer política de manutenção, vantagens e desvantagens. Como vantagens, refere-se a possibilidade de planear as operações de manutenção e custos, reduzindo-se assim o incómodo da execução dos trabalhos não previstos. Permite também uma maior satisfação dos utentes, uma vez que se atua normalmente antes dos problemas ocorrerem, permitindo deste modo otimizar recursos e custos [14].

Como desvantagem, refere-se que este tipo de manutenção exige uma cuidada análise desde a fase de projeto, com dados base de suporte e um controlo rigoroso do planeado e atualizações constantes. Caso contrário, a estratégia delineada pode não se enquadrar com a realidade [14].

2.3.1.2 Manutenção condicionada

Face às dificuldades de implementação de uma política de manutenção sistemática recorre-se em alternativa, no âmbito de uma política de manutenção preventiva, à manutenção condicionada.

Entende-se por manutenção condicionada o conjunto de ações que decorrem face a sintomas de pré-patologia. Assim, o tipo de atuação a seguir resulta de dados objetivos obtidos pela observação do edifício e não, como sucedia na manutenção sistemática, em valores pré-definidos [15].

Deste modo, a obtenção de sintomas de pré-patologia assume grande importância. Na generalidade dos casos, a observação destes sintomas é simples e imediata, uma vez que resulta da observação direta com base em dois aspetos: [15]

- Alteração das características do elemento;
- Número crescente de sintomas patológicos que denunciem o fim da vida útil.

No caso de se pretender uma observação mais rigorosa, pode ser necessário o recurso a métodos mais elaborados. Este facto introduz dificuldades acrescidas no decurso de manutenção condicionada, uma vez que os métodos de pré-deteção de patologias não estão ainda suficientemente desenvolvidos e os existentes não são por vezes passiveis de utilização simples e objetiva. Destas dificuldades, resulta ser o mais frequente condicionar a manutenção ao aparecimento de manifestações indiciadoras do fim de vida útil de um elemento ou componente. Assim, a elaboração de planos de inspeção é simplificada uma vez que a manutenção é determinada com base na análise do número de patologias observadas. Facilmente se depreende que, para um número elevado de disfunções, se opte por realizar a manutenção (reparação ou substituição) [15].

Percebe-se, deste modo, a profunda correlação que a prática de uma política de manutenção preventiva tem com a definição de vida útil de um elemento de fonte de manutenção.

Como esta definição introduz alguma subjetividade (vd definição de vida útil), a noção de tempo entre intervenções assume mais importância que a vida útil. Define-se tempo entre intervenções (TEI) como o espaço de tempo decorrido entre duas reparações sucessivas num determinado elemento [15].

Assim, a consulta dos registos das intervenções realizadas permite, através de análise do TEI, verificar se determinado elemento está ou não próximo do limite da vida útil. À medida que este limite se aproxima, o TEI será cada vez menor [15].

2.3.2. Manutenção corretiva

A manutenção corretiva (também denominada por alguns autores por manutenção resolutiva, curativa ou reativa) engloba todos os tipos de atuação que se realizem após a ocorrência da patologia. Esta pode subdividir-se em: pequena intervenção, grande intervenção e situações urgentes [15].

Esta política de manutenção é ainda a que prevalece na cultura portuguesa, apesar de não ser a mais desejável, uma vez que desta podem resultar danos irreversíveis ou de difícil resolução e também porque introduz custos acrescidos, apesar de a curto prazo parecer menos onerosa. A minimização destes custos implica necessariamente a implementação de procedimentos técnicos, devidamente apoiados em rotinas de diagnóstico rápido e fichas intervenção que possibilitem respostas rápidas de solução para as anomalias dos elementos envolvendo a gestão da informação [16].

Deste modo, alguns autores defendem a urgente constituição de um banco de dados para a divulgação destes procedimentos-tipo, com objetivo de, por um lado, fomentar uma cultura de atuação rápida e atempada, face ao estado de degradação do parque habitacional, e simultaneamente favorecer uma ação consertada de atuação, enquadrada nas seguintes ações: deteção dos sintomas → realização do diagnóstico→ eliminação das causas → execução das ações corretivas → monitorização [14].

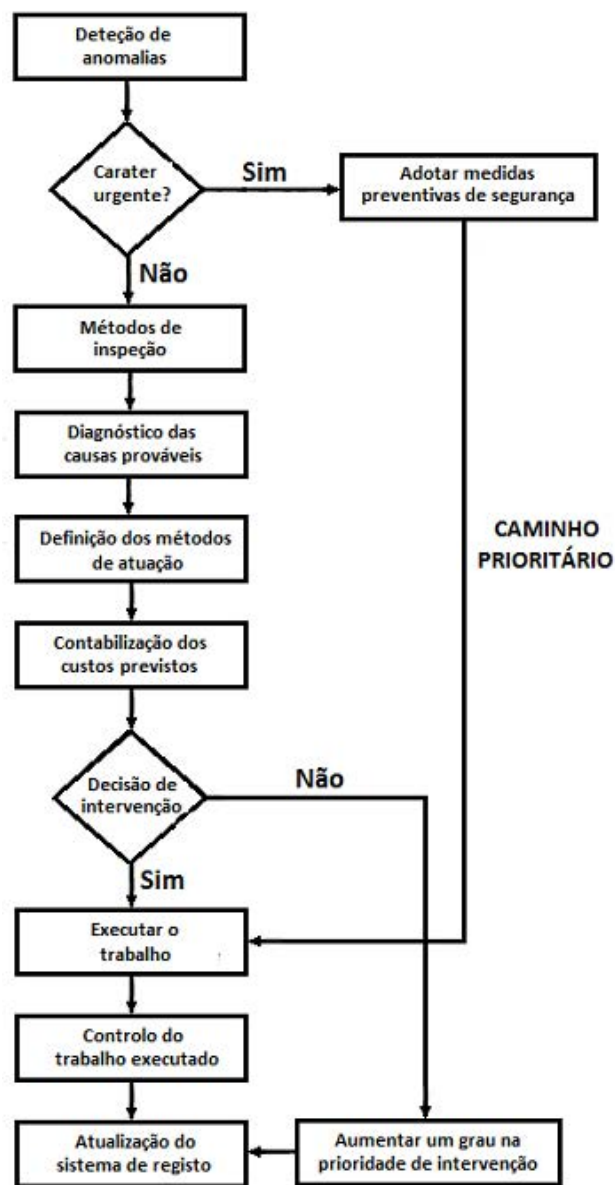



Fig.2.6 – Fluxograma de manutenção corretiva [14]

O fluxograma da figura 2.6 pretende sistematizar a metodologia da estratégia de manutenção corretiva. Da observação do fluxograma é possível a distinção das cinco principais fases de atuação: verificação do caráter urgente da intervenção, definição dos métodos de atuação, decisão de intervenção, execução e controlo do trabalho e atualização do sistema de registo (registo/atualização de dados) [14].

Apesar das intervenções corretivas parecerem, numa primeira análise, uma solução favorável ao longo da fase de exploração de um edifício, estas encerram várias dificuldades, enumeradas por Flores e que se apresentam de seguida: [14]

- *Os meios geralmente disponibilizados não são suficientes para responder às solicitações, em tempo útil, havendo necessidade de recorrer a empresas de outsourcing, com o correspondente acréscimo de custos não previstos;*

- *Em consequência de situações não planeadas, existe dificuldade em intervir perante mais do que uma intervenção com carácter urgente;*
- *Verifica-se dificuldade ou incapacidade em compatibilizar as intervenções com os meios disponíveis, tornando-se necessário recorrer a trabalhos em horas extraordinárias, com os inevitáveis sobrecustos;*
- *Tratando-se de intervenções onerosas, só despoletadas na sequência de reclamações dos utentes, a ausência de denúncia conduz à progressiva degradação de elementos, não percetível aos olhos do vulgar cidadão, o que pode ser vital na degradação e encurtamento do tempo de vida útil do edifício;*
- *Em situações particulares, em que os utentes sobrevalorizam o conforto interior das casas, em detrimento dos aspetos da conservação da envolvente, verifica-se a ausência de reclamações e, consequentemente, de intervenções. (Estratégias de manutenção em fachadas de edifícios).*

Tecem-se de seguida algumas considerações sobre as três formas de manutenção corretiva.

2.3.2.1 Intervenções urgentes

As características técnicas, económicas e sociais inerentes a este tipo de intervenção, elevam a sua importância.

A atuação em situações de emergência não é, do ponto de vista técnico, simples. Desta dificuldade resulta, em muitos casos, a opção por soluções expeditas de recurso com consequências futuras imprevisíveis [15].

Assim, a Gestão de Urgências constitui-se como um dos aspetos essenciais num sistema de manutenção de urgências, com o objetivo de otimizar a resposta, tanto do ponto de vista técnico como económico. Este sistema de gestão deve assentar em técnicas de prevenção, das quais se destacam: [15]

- Gestão da informação;
- Rotinas de diagnóstico rápido. Uma das técnicas geralmente utilizada para diagnósticos rápidos é a da construção de árvores de causa-efeito de rápida interpretação;
- Fichas técnicas de intervenção. Estas fichas devem definir a metodologia de atuação para cada caso específico, referindo as ações prévias, materiais e equipamentos necessários, técnica de execução e controlo de eficiência.

Outro importante aspeto num sistema de manutenção de urgência é a Gestão Previsional. O elevado número de situações de urgência semelhantes permite ao gestor de edifício conhecer, após algum tempo, qual a incidência de cada situação e antecipadamente preparar-se para ela. Assim, é essencial o rigoroso registo numa ficha de intervenção, para todas as ocorrências, dos dados mais importantes, dos quais se destacam: [15]

- Tipo de patologia;
- Data;
- Local;
- Tempo de resposta;
- Tempo de reparação;
- Custo eficiência.

2.3.2.2 Pequenas e grandes intervenções

As pequenas e grandes intervenções diferenciam-se entre si, basicamente, pelas seguintes características técnicas: [15]

- **Volume de trabalhos** (medido pelo seu custo): enquanto o volume de trabalhos de pequenas intervenções se enquadra nos valores orçamentais correntes, no caso de grandes intervenções este deve ser objeto de estudos orçamentais com intuito de dotar as entidades competentes de verba necessária;
- **Frequência de intervenção**: frequência das pequenas intervenções é notoriamente superior à das grandes intervenções;
- **Grau de reposição qualitativo:** nas grandes intervenções assumem um papel mais importante que nas pequenas intervenções.

A principal diferença entre estes dois tipos de intervenção reflete-se na sua repercussão sobre a vida útil do edifício. Apesar da existência apenas de grande intervenção permitir prolongar a vida útil do edifício, a opção por uma política de pequena intervenção revela-se mais eficaz neste aspeto. Contudo, a solução ideal será a combinação destas duas políticas.

2.3.3. Manutenção integrada

A manutenção integrada abrange os conceitos de manutenção preventiva e a corretiva, com objetivo de otimizar as estratégias de manutenção. Relacionando estes dois conceitos, sem se adaptar contudo procedimentos exclusivamente preventivos ou corretivos, mas antes uma conjugação coerente dos dois, desenvolve-se uma estratégia de manutenção mais eficaz, visando sempre uma redução de custos. Esta estratégia deve assentar em procedimentos normalizados que façam face às diversas situações de necessidade de intervenção.

A utilização de sistemas informáticos constitui uma ferramenta fundamental na complexa e exigente gestão de edifícios que pode advir da especificidade e da grande dimensão de alguns edifícios ou parques habitacionais.

A manutenção integrada constitui a fase evoluída das estratégias de manutenção e serve de base ao Sistema Integrado de Manutenção de Edifícios (SIME), já utilizado por algumas entidades públicas de gestão de parques habitacionais, que apresenta várias vantagens, entre elas: [9]

- Permitir um acesso estruturado de toda a informação recolhida, agilizando o seu acesso e servindo de ferramenta base para o retorno de informação;
- Normalizar procedimentos e relatórios de inspeção;
- Reduzir os custos devido à otimização da informação;
- Apoiar os agentes envolvidos nas tomadas de decisão sobre a execução das operações de manutenção;
- Facilitar a análise pela extrapolação de resultados de sistemas de gestão.

2.4. Procedimentos de Manutenção

A proposta de alteração do Regime Geral de Edificação Urbana (RGEU), elaborada pelo C S O P T – Subcomissão para a revisão do RGEU, estipula, no artigo 119º, a obrigatoriedade de realizar atividades de inspeção, manutenção e reparação durante a vida útil de uma edificação, nomeadamente nos componentes da edificação que tenham durabilidade inferior à sua vida útil [11].

As operações de manutenção, que se integram na gestão técnica de edifícios, definem-se como o conjunto de procedimentos que se destinam a avaliar e corrigir o estado de desempenho dos vários elementos fonte de manutenção que constituem a edificação [17], por forma a garantir os níveis mínimos de qualidade, atrasar o processo de degradação, aumentar a vida útil e otimizar os custos diferidos do edifício [12].

Apesar das várias operações de manutenção existentes, é usual considerarem-se como mais relevantes as operações que constituem a denominada "Big-Six" da manutenção: [7]

- Inspeção;
- Limpeza;
- Pró-ativas;
- Corretivas;
- Substituição;
- Condições de utilização.

A figura 2.7 ilustra as referidas operações "Big-Six" da manutenção.

Fig.2.7 – "Big-Six" da manutenção [7]

As operações de manutenção "inspeção", "limpeza" e "medidas pró-ativas" refletem um caráter preventivo, definindo um conjunto de procedimentos que visam evitar a degradação dos elementos fonte de manutenção e eliminar os fenómenos patológicos, contribuindo desta forma para retardar o mais possível o seu estado de rotura. O recurso às medidas corretivas e de substituição apenas deve ser realizado após o estado de rotura do elemento, ou seja, após estes apresentarem um estado de degradação que torne inviável o recurso às anteriores operações de manutenção [9].

A periodicidade das operações de manutenção será definida no manual de manutenção e graficamente representada no plano de manutenção.

Refira-se ainda que se deve proceder, sempre que possível, à eliminação das causas dos fenómenos patológicos antes da execução das referidas operações de manutenção, de modo a evitar o seu reaparecimento.

2.4.1. INSPEÇÃO

A inspeção é um procedimento fiável de avaliação e registo do estado de desempenho dos elementos fonte de manutenção de um edifício, que possibilita fundamentar a decisão a tomar, nomeadamente onde, quando e como atuar, possibilitando deste modo o planeamento das restantes operações de manutenção preconizadas no plano de manutenção [9].

Esta operação de manutenção pode ter origens distintas, podendo resultar de uma reclamação, estando-se assim perante uma estratégia de manutenção corretiva, ou resultar de uma atividade pré-determinada, tratando-se neste caso de uma estratégia de manutenção preventiva [18].

Compete a técnicos experientes, preferencialmente com especialização nas subáreas da patologia e reabilitação de edifícios, a realização das inspeções periódicas, o que muitas vezes não sucede, de modo a evitar que os elementos atinjam um elevado grau de degradação. No intervalo entre estas inspeções, os utentes podem proporcionar um contributo fundamental na verificação e comunicação da ocorrência de manifestações patológicas ou anomalias.

A inspeção deve seguir a metodologia preconizada no manual de serviço, recorrendo-se a adequadas técnicas de diagnóstico para aferir o estado de desempenho de cada elemento do edifício, com o intuito de detetar fenómenos de pré-patologia ou de anomalias no seu estado inicial [9].

Existem no entanto alguns períodos da vida útil dos edifícios que, pela sua particular natureza, devem ser alvo de especial atenção, dos quais se destacam: [9]

- *Período inicial da vida útil do edifício (período de garantia - 5 anos);*
- *Períodos intermédios: antes das intervenções, de modo a avaliar o desempenho do edifício e ponderar a adaptação do planeamento das intervenções; ou após ações de intervenção realizadas, de modo a verificar a sua eficiência, com o objetivo de detetar possíveis fenómenos de reincidência de anomalias;*
- *Período final: próximo do fim da vida útil previsto para o edifício, com o objetivo de detetar possíveis falhas de segurança ou estados de pré-rotura de materiais.*

No planeamento das operações de inspeção, importa distinguir os seguintes tipos de inspeções: [9]

- **Inspeções correntes**: caraterizadas por avaliações simples do comportamento do edifício, são realizadas com o objetivo de identificar fenómenos de pré-patologia ou anomalias na sua fase inicial, em locais previamente definidos no manual de serviço, recorrendo-se para tal à observação visual do edifício, com possível realização de medições ou sondagens simples. Estas inspeções permitem obter informações úteis para o planeamento das inspeções especiais dos elementos fonte de manutenção;
- **Inspeções especiais**: inspeções mais pormenorizadas, destinam-se a complementar as inspeções correntes e têm como objetivo aprofundar o estudo de diagnóstico de elementos fonte de manutenção. Devem ser realizadas por entidades especializadas, recorrendo-se a meios de inspeção mais complexos;
- **Inspeções técnicas**: destinam-se a verificar o estado de desempenho de alguns equipamentos ou instalações técnicas (elevadores, bombas, redes de abastecimento, gás, eletricidade, etc.). Devido à sua especificidade, devem ser realizadas por entidades habilitadas para o efeito.

2.4.2. LIMPEZA

As operações de limpeza desempenham um papel essencial na prevenção de determinadas anomalias resultantes da acumulação de sujidade, poluição, agentes microbiológicos, entre outros, muito embora ainda serem subestimadas ou mesmo esquecidas em várias situações [9].

Apesar das operações de limpeza não influenciarem o nível de qualidade existente, influenciam o posterior comportamento dos elementos, com o aumento da sua vida útil [14], para além de proporcionarem a continuidade do bom aspeto visual.

Esta operação de manutenção pode ser divididas em: [12]

- Higienização;
- Limpeza técnica.

A higienização deve constituir uma ação de rotina, que pode ser efetuada por técnicos não especializados (por exemplo os utentes) e funciona como uma medida preventiva. Por outro lado, a limpeza técnica deve ser realizada por técnicos especialistas nessa área e funciona mais como uma medida pró-ativa. Contudo, em ambos os casos, deve ser tido em consideração o tipo e as condições de utilização do edifício, e efetuar operações de limpeza adequadas, tendo-se especial cuidado nos produtos de limpeza utilizados, uma vez que estes podem ter efeitos abrasivos sobre os elementos ou materiais e contribuírem assim para a diminuição da sua vida útil [12].

2.4.3. MEDIDAS PRÓ-ATIVAS

A aplicação de medidas pró-ativas tem como principal objetivo corrigir insuficiências no desempenho de elementos fonte de manutenção, provocadas por um deficiente comportamento ou pela perda natural de desempenho [16].

As medidas pró-ativas podem ser categorizadas em: [9]

- Pró-utilização, no caso de a insuficiência de desempenho do EFM ser provocada por deficiente comportamento;
- Ajuste funcional, no caso de a insuficiência de desempenho do EFM ser provocado por perda natural de desempenho.

As medidas de pró-utilização são empregues quando um determinado elemento fonte de manutenção apresente fenómenos pré-patológicos ou anomalias devido à sua utilização, corrigindo deste modo as insuficiências de comportamento do material face à sua utilização. Têm como principal objetivo evitar a recorrência dos fenómenos [9].

As medidas de ajuste funcional são utilizadas para corrigir o desempenho (aspeto visual, impermeabilização, coesão, etc.) de determinado elemento fonte de manutenção devido ao seu envelhecimento [9].

2.4.4. MEDIDAS DE CORREÇÃO

A aplicação de medidas corretivas tem como principal objetivo a reposição do desempenho inicial de um elemento fonte de manutenção após a manifestação do fenómeno patológico ou anomalia, sem contudo se proceder à substituição integral do elemento. Por forma a minimizar estas intervenções durante a vida útil do elemento, deve ser tida em consideração na fase de projeto a sua durabilidade [9].

As medidas de reparação ou substituição local classificam-se em "médias/ligeiras" ou "grandes/pesadas", sendo estas últimas realizadas perto do fim do ciclo de vida útil do elemento [19].

2.4.5. MEDIDAS DE SUBSTITUIÇÃO

As medidas de substituição são aquelas que se prevê virem a ser necessárias para o componente desempenhar a sua função, em certos casos pode mesmo identificar a substituição integral do componente.

2.4.6. CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO

As condições de utilização constituem a última operação do "Big-Six" da manutenção, mas nem por isso a menos importante no processo de manutenção de edifícios. Essencialmente direcionada para os utentes, esta operação define o conjunto de regras e procedimentos essenciais para potenciar a correta utilização dos vários elementos fonte de manutenção que constituem o edifício e deste modo minimizar, tanto em periodicidade como em dimensão, as restantes operações de manutenção.

De um modo simples, as condições de utilização constituem a síntese da informação essencial contida nos manuais de utilização, frequentemente expressa em esquemas e pictogramas estrategicamente colocados junto dos respetivos elementos fonte de manutenção.

2.5. MANUAIS DE SERVIÇO

A proposta de alteração do RGEU estipula, no artigo 120º, a obrigatoriedade de consideração de um Manual de Inspeção e Manutenção da Edificação (MIME) na fase de projeto, em edifícios novos, e na fase de utilização, em edifícios existentes cuja reabilitação tenha sido, no mínimo, 50% de uma construção nova equivalente. Este manual deve *definir as atividades a desenvolver em inspeções correntes e especiais, a respetiva periodicidade, os eventuais trabalhos de manutenção que lhe estejam associados, e ainda que sugira eventuais peritagens técnicas e trabalhos de reparação suscitados por anomalias que venham a ser detetadas* [11].

Estas considerações seguem a mesma linha de pensamento já referenciada e defendida nos últimos anos por vários autores, apesar da utilização de diferente terminologia. Segue-se uma síntese de informação no âmbito de Manuais de Serviço, extraída de bibliografia consultada.

O manual de serviço deve ser elaborado por técnicos especializados com competências na área de análise de projetos de edifícios e na análise evolutiva de desempenho dos vários sistemas e elementos que o constituem e é constituído por dois documentos distintos:

- O manual de manutenção, documento detalhado e com uma linguagem vincadamente técnica, direcionado para o gestor de edifícios;
- O manual de utilização, documento com linguagem mais corrente, mais direcionado para os utilizadores.

De forma a tornar mais percetível a informação a transmitir e a facilitar a sua compreensão, os textos incluídos nos referidos manuais devem ser acompanhados, sempre que possível, por imagens e esquemas elucidativos.

A figura 2.8 ilustra constituição e organização do Manual de Serviço.

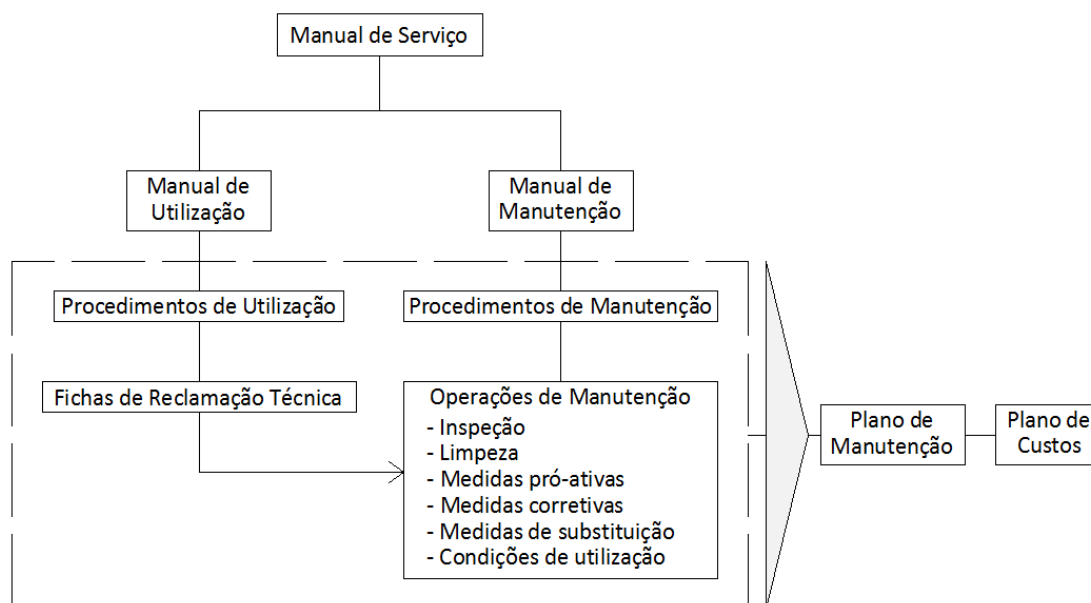



Fig. 2.8 - Síntese da organização do manual de serviço

2.5.1. Manual de Manutenção

O manual de manutenção destina-se a disponibilizar as informações necessárias ao gestor de edifício e a servir de apoio às tarefas de manutenção inerentes a cada elemento fonte de manutenção. Este manual deve explicar, pormenorizadamente, o setor de gestão da manutenção e para tal incluir, entre outras, as seguintes informações: [20]

- Descrição dos procedimentos e a interação entre os processos;
- Estratégia de intervenção conforme os elementos fonte de manutenção que constituem o edifício e o seu estado de desempenho;
- Rotinas de inspeção de elementos fonte de manutenção, baseadas em informações de fornecedores ou num plano pré-definido;
- Principais características e elementos fonte de manutenção do edifício;
- Lista dos materiais aplicados e equipamentos instalados;
- Lista de eventuais stocks necessários para operações de manutenção/reparação,
- Informações dos fornecedores (contatos) dos diversos elementos, soluções construtivas, instalações, etc..

Além das referidas informações, um manual de manutenção deve conter modelos tipo de: [9]

- Lista de elementos fonte de manutenção;
- Ficha de inspeção;
- Ficha de anomalia;
- Relatório de inspeção.

A lista de elementos fonte de manutenção consiste basicamente numa listagem de todos os elementos do edifício que sejam suscetíveis de manutenção [9].

A ficha de inspeção deve conter a descrição detalhada do edifício (informações gerais e toponímicas, configuração em planta preferencialmente com orientação norte assinalada, materiais utilizados, instalações, intervenções anteriores, motivo da inspeção, data e identificação do agente da inspeção,

etc.), informação que pode ser obtida na ficha técnica da habitação, caso exista, e a caraterização dos elementos a inspecionar no edifício. Deve ainda conter uma lista dos principais locais a verificar na inspeção (lista de verificação). Esta deve abranger a envolvente interior, exterior e o espaço circundante do edifício, bem como as instalações e os equipamentos, e deve indicar para cada um destes, os principais aspetos a observar e os fenómenos de pré-patologia ou anomalias expetáveis, de modo a facilitar a sua identificação [9].

A ficha de anomalia deve fazer uma breve descrição do edifício com respetiva fotografia, descrever a anomalia observada e respetiva fotografia, as suas causas e possíveis consequências, ensaios ou sondagens passíveis de serem realizados. Deve também ter em anexo uma listagem das principais anomalias em edifícios e respetivas causas [9].

Das informações constantes no manual de manutenção dever ser possível retirar: [20],

- Necessidades económicas;
- Necessidades de meios humanos;
- Tempos de inoperação/ocupação dos espaços.

2.5.2. Manual de Utilização

O manual de utilização, que deve resultar de um estudo funcional para promover a otimização da utilização do edifício, tem como intuito facultar aos utentes dos edifícios as informações necessárias e deve conter indicações claras, definir regras e cuidados a respeitar na utilização corrente do edifício [7].

Estes manuais, apesar de diferenciados conforme o tipo de edifícios, mantêm os seus princípios inalterados e devem no geral compilar: [7]

1. *Características relevantes dos diversos componentes e elementos do edifício;*
2. *Descrição do funcionamento dos principais sistemas, instalações e equipamentos;*
3. *Recomendações para uma adequada utilização;*
4. *Lista dos materiais aplicados e equipamentos instalados, com as respetivas referências.*
5. *Lista de "peças" de substituição a manter, para eventuais reparações;*
6. *Informações quanto a fornecedores dos diversos componentes, elementos, revestimentos, instalações e sistemas, de forma a possibilitarem um contato, em caso de necessidade;*
7. *Direitos, deveres e garantias;*
8. *Primeiras ações ao ocupar o espaço (ligações a redes de abastecimento, etc.);*
9. *Legislação e regulamentos aplicáveis;*
10. *Emergências.*

O manual de utilização pode ainda conter um documento que sirva de registo de reclamações e de reclamantes, designado por Ficha de Reclamação Técnica, que deve ser encaminhado para o setor responsável pela sua resolução, podendo originar uma operação de inspeção para verificação da reclamação [21].

3
ENQUADRAMENTO TEÓRICO – EFM – SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS

3.1. SETOR SOLAR TÉRMICO: POLÍTICAS E ESTATÍSTICAS

3.1.1. POLÍTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR SOLAR

Atualmente, os países europeus têm unido esforços com o propósito de adotarem medidas que causem grande impacto no âmbito da melhoria da Eficiência Energética dos Edifícios (20%), do desenvolvimento das Energias Renováveis (20%) e da diminuição dos gases de efeito de estufa (20%): conhecidas por *EU 2020 Targets*. Deste esforço comum têm resultado medidas e planos estratégicos *(European Strategic Energy Technology Plan; Green Paper on security of supply),* acompanhados por Diretivas Europeias, em áreas como as Energias Renováveis, Edifícios, Biocombustíveis, Serviços Energéticos, entre outras.

Das várias Diretivas Europeias referem-se as mais relevantes para a temática em estudo, assim como as respetivas transposições para a ordem jurídica nacional.

A Diretiva Europeia 2002/91/CE [22], relativa ao desempenho energético de edifícios, introduziu um conjunto de "requisitos mínimos" de qualidade que resultaram em novos regulamentos energéticos para edifícios, que impõem exigências no sentido de melhorar o seu conforto térmico e de qualidade do ar: O Decreto-Lei 78/2006 – Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) [23]; o Decreto-Lei 79/2006 – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) [24] e o Decreto-Lei 80/2006 – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) [5]. O Decreto-Lei 80/2006 teve relevantes implicações, principalmente nas soluções construtivas de novos edifícios e dos seus sistemas energéticos (mas também em edifícios existentes).

A Diretiva Europeia 2006/32/CE [25], relativa à eficiência na utilização final de energia e serviços energéticos, estabeleceu a necessidade dos estados membros publicarem o Plano de Ação para Eficiência Energética. Neste domínio, Portugal publicou em 2008 o seu Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) – Portugal Eficiência 2015 [26], com a Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008. O PNAEE constituiu um importante documento de Politicas Públicas e um importante instrumento de eficiência energética alargado a vários setores, onde se estabelece como meta uma redução de consumo de energia final em 10% até 2015. Neste documento definem-se 50 medidas organizadas em 12 programas, mostrados na figura 3.1, com o objetivo de reduzir o consumo energético nas áreas de Transportes, Residencial e Serviços, Indústria, e Estado [27].

Fig.3.1 – Programa original do PNAEE (2008) [27]

Na figura 3.2 mostram-se algumas das principais medidas e objetivos incluídos no PNAEE

Transportes

Medida	Objetivos
1 Renove carro 2 Mobilidade Urbana 3 Sistema Eficiência Transportes	•Reduzir em 20% o parque de veículos ligeiros com mais de 10 anos. •Reduzir em mais de 20% as emissões médias de CO2 dos veículos novos vendidos anualmente (143g/km em 2005 para 110g/km em 2015). •20% do parque automóvel com equipamentos de monitorização (computador de bordo, GPS, cruise control ou verificação automática de pneus). •Criação de plataforma inovadora de gestão de tráfego com rotas otimizadas por GPS. •Criação de Planos de Mobilidade Urbana para capitais de distrito e centros empresariais com mais de 500 trabalhadores. •Transferência modal de 5% do transporte individual para coletivo. •20% do comércio internacional de mercadorias transferido do modo rodoviário para marítimo.

Residencial e Serviços

Medida	Objetivos
4 Renove Casa & Escritório 5 Sistema Eficiência Edifícios 6 Renováveis na Hora e Programa Solar	•Programa de incentivo à reabilitação urbana sustentável, com o objetivo de ter 1 em cada 15 lares com classe energética otimizada (superior ou igual a B-). •Programa de renovação de 1 milhão de grandes eletrodomésticos. •Substituição de 5 milhões de lâmpadas por CFL até 2015. •Benefícios no licenciamento à construção eficiente (majoração da área de construção). •75 mil lares eletroprodutores (165 MW potência instalada). •1 em cada 15 edifícios com Água Quente Solar.

Indústria

Medida	Objetivos
7 Sistema Eficiência Indústria	•Acordo com a indústria transformadora para a redução de 8% do consumo energético. •Criação de Sistema de Acordos de Racionalização de Energia com alargamento às médias empresas (>500 tep) e incentivos à implementação das medidas identificadas..

Estado

Medida	Objetivos
8 E3: Eficiência Energética Estado	•Certificação energética de todos os edifícios do Estado até 2015. •20% dos edifícios do Estado com classe igual ou superior a B- e da frota com veículos com emissões de CO2 inferiores a 120g/km. •*Phase-out* da iluminação pública ineficiente. •20% da semaforização de trânsito com iluminação eficiente (LED).

Comportamentos

Medida	Objetivos
9 Programa Mais 10 Operação E	•Conceito "Mais Eficiência Energética": incentivo à excelência em cinco vertentes: Casa, Autarquia, Empresa, Escola e Equipamentos. •Aumento da consciencialização para a eficiência energética e mudança de comportamentos relacionados com o consumo de energia. •Campanha de comunicação e sensibilização (até 2 milhões de euros/ano).

Fiscalidade

Medida	Objetivos
11 Fiscalidade Verde	•Novo regime de tributação automóvel e fiscalidade sobre os combustíveis industriais. •Regime de amortizações aceleradas para equipamentos e viaturas eficientes. •Incentivos fiscais à micro-produção. •Alinhamento progressivo da fiscalidade com o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (ex. benefícios em IRS – OE2008 – a habitações classe A/A+).

Incentivos e financiamento

Medida	Objetivos
12 Fundo de Eficiência Energética	•Criação de um Fundo de Eficiência Energética. •Crédito bonificado e prémio por redução do consumo elétrico para investimentos em eficiência energética, com enfoque na reabilitação urbana. •Dinamização de Empresas de Serviços de Energia através de incentivos à sua criação (QREN), concursos para auditorias/medidas e regulamentação do "Contrato Eficiência".

Fig.3.2 – Principais medidas e objetivos incluídos no PNAEE [28]

A Diretiva 2009/28/CE do Parlamento Europeu e do Conselho [29], relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis, estabelece que cada Estado Membro deve aprovar um Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (PNAER).

Assim, Portugal apresentou, em 2010, o seu Plano Nacional de Ação paras Energias Renováveis (PNAER), onde se definem os objetivos nacionais relativos à quota de energia proveniente de fontes renováveis consumida nos setores dos Transportes, da Eletricidade e do Aquecimento e Arrefecimento em 2020, assim como as respetivas trajetórias de penetração de acordo com o ritmo da implementação das medidas e ações previstas em cada um desses setores, tomando como base o ano de 2005 [30].

A mais recente Estratégia Nacional para a Energia (ENE 2020) [30], aprovada na Resolução do Concelho de Ministros n.º 29/2010, de 15 de Abril, continua a conferir às energias renováveis um papel fulcral na estratégia energética e nos objetivos delineados para o sector, com um impacto muito significativo na economia portuguesa.

Assim, a política energética nacional, tendo em consideração a contribuição das Fonte de Energia Renováveis (FER), tem como principais objetivos: [30]

- *Garantir o cumprimento dos compromissos nacionais no contexto das políticas europeias de energia e de combate às alterações climáticas, permitindo que em 2020, 31% do consumo final bruto de energia, 60% da eletricidade produzida e 10% do consumo de energia no setor dos transportes rodoviários tenham origem em fontes renováveis;*
- *Reduzir a dependência energética do exterior, baseada no consumo e importação de combustíveis fósseis, para cerca de 74% em 2020, a partir de uma crescente utilização de recursos energéticos endógenos (estimativa de redução para um Brent de referência igual a 80 usd/bbl);*
- *Reduzir em 25% o saldo importador energético (cerca de 2.000 milhões €) com a energia produzida a partir de fontes endógenas, possibilitando uma redução de importações estimada em 60 milhões de barris de petróleo;*
- *Consolidar o cluster industrial associado à energia eólica e criar novos clusters associados às novas tecnologias do setor das energias renováveis assegurando em 2020 um VAB de 3800 milhões de euros e criando 100 mil novos postos de trabalho a acrescer aos 35 mil afetos à produção de energia elétrica com FER;*
- *Promover o desenvolvimento sustentável, criando condições para o cumprimento dos compromissos assumidos pelo País em matéria de redução de emissões de gases com efeito de estufa, através de uma maior utilização das FER e da eficiência energética.*

Para além dos referidos objetivos, a ENE 2020 inclui também um conjunto de medidas específicas referentes à política energética para as FER, com objetivo da sua promoção: [30]

- *Criar, até 2012, um fundo de equilíbrio tarifário que contribua para minimizar as variações das tarifas de eletricidade, beneficiando os consumidores e criando um quadro de sustentabilidade económica que suporte o crescimento a longo prazo da utilização das energias renováveis;*
- *Desenvolver, durante 2010, no âmbito da aplicação do quadro de referência estratégico nacional e dos outros instrumentos de apoio ao desenvolvimento económico, linhas de apoio para o investimento no domínio das energias renováveis, designadamente no apoio ao solar térmico, visando também o incremento das exportações nesses domínios;*
- *Atualizar o Programa de microprodução, estabelecendo metas mais ambiciosas e introduzir um Programa de miniprodução destinado a projetos com potências até 150 kW ou 250 kW em função das tecnologias,*

- *Aprovar medidas de promoção da produção de biomassa florestal, para assegurar as necessidades de consumo já instaladas e a instalar, através do acesso a apoios públicos, da promoção da certificação da gestão florestal sustentável, avaliação e promoção das culturas energéticas, bem como da biomassa residual resultante das atividades agrícolas e agroindustriais;*
- *Criar, até ao final de 2010, um sistema de planeamento e monitorização permanente da procura e da oferta potencial de energia de forma a otimizar a gestão integrada dos recursos disponíveis, melhorando a segurança do abastecimento de energia e promovendo uma utilização mais eficiente e integrando as diferentes energias renováveis;*
- *Concretizar o Plano Nacional de Barragens de Elevado Potencial Hidroelétrico (PNBEPH), os novos empreendimentos hídricos em curso e os reforços de potência previstos, permitindo aproveitar melhor o potencial hídrico e facilitar o crescimento da energia eólica, pela introdução de um elemento estabilizador na forma de capacidade reversível nos investimentos previstos,*
- *Criar condições para a introdução e massificação da utilização do veículo elétrico a nível nacional, potenciador do consumo das energias renováveis produzidas, posicionando ainda Portugal como país de referência ao nível do teste, desenvolvimento e produção de soluções de mobilidade elétrica.*

Refere-se ainda que a ENE 2020 encontra-se estruturada em 5 grandes eixos, um dos quais inteiramente dedicado às FER, o Eixo 2, como é possível observar no quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Eixos e Prioridades da Estratégia Nacional para a Energia [31]

Eixos		Prioridade
1	Agenda para a competitividade, o crescimento e a independência energética e financeira	A ENE 2020 constitui uma agenda para a competitividade, o crescimento e a independência energética e financeira do País
2	Aposta nas energias renováveis	Aposta nas fontes de energia renovável de forma a que, em 2020, **representem 31% de toda a energia consumida e 60% da eletricidade consumida**, assim como uma redução de 10% do consumo de energia final no setor dos transportes
3	Promoção da eficiência energética	Promoção da eficiência energética consolidando o objetivo de redução de consumo da energia final em 10% até 2015 e 20% em 2020
4	Garantia da segurança de abastecimento	Assegurar a garantia da segurança de abastecimento através da diversificação do "mix" energético, quer no que diz respeito às fontes quer às origens do abastecimento
5	Sustentabilidade da estratégia energética	Sustentabilidade económica e ambiental, promovendo a redução de emissões e a gestão equilibrada dos custos e dos benefícios da sua implementação

Os mecanismos de apoio à adoção de sistemas têm sido o principal instrumento de promoção da Energia Solar em Portugal, apesar de consideravelmente distintos para os setores solar térmico e solar fotovoltaico [32].

A Associação Portuguesa da Indústria Solar (APISOLAR) refere, no seu documento "Setor Solar em Portugal", os principais mecanismos de apoio à adoção de sistemas solares, que se apresentam de seguida: [32]

> *Os mecanismos de apoio ao desenvolvimento industrial, e à investigação e desenvolvimento, aplicáveis ao setor solar, não sofrem nenhuma diferenciação positiva face a outros setores, enquadrando-se assim nos financiamentos horizontais do QREN (e predecessores) e FCT, respetivamente. Os projetos de investigação em consórcio, cruzando competências entre a indústria e a academia, são apoiados no âmbito do QREN.*
>
> *Os mecanismos de apoio à adoção de sistemas fotovoltaicos traduzem-se essencialmente numa tarifa bonificada para a produção de eletricidade solar; em incentivos fiscais (horizontais aos sistemas solares e medidas de eficiência energética); e num enquadramento regulamentar, processual e técnico. Existem atualmente três regimes de tarifa bonificada em vigor: produtor independente, microgeração e minigeração.*
>
> *No âmbito do QREN, estão igualmente a ser concedidos incentivos ao investimento em sistemas solares fotovoltaicos, embora com reduzida expressão.*

No Quadro 3.2 referem-se os principais mecanismos de apoio à adoção de sistemas, que vigoravam no final de 2010.

Quadro 3.2 – Medidas de Incentivo [33]

SOLAR TÉRMICO	**SCE** – Obrigatoriedade de instalação de coletores solares em quase todos os edifício novos (1 m2 por habitante) exceções : orientação inadequada, sombreamento e espaço exíguo na cobertura).
	IRS – Majoração em 10% dos limites de dedução à coleta nos encargos com imoveis com classe de desempenho energético A ou A+. Dedução até 30% do investimento em sede de IRS com o limite de 796€ (em 2010 a proposta de OE aponta para 803€).
	Outros benefícios fiscais – Iva à taxa intermédia de 12%. IMI: Redução dos coeficientes de qualidade e conforto no calculo da respetiva taxa (art.º43º n.º1 da Lei n.53-A/06)
	Microgeração – O acesso ao regime bonificado implica a existência de uma área mínima de 2 m2 de coletores solares.
	Apoio ao investimento – Em 2009 funcionou uma linha de apoio aos particulares (até 50% do custo do investimento), alargada mais tarde às IPSS e associações desportivas u.p.(até 65%).

Atualmente, não existem incentivos diretos ao investimento no mercado solar térmico residencial. Assim, a promoção é concretizada por meio de incentivos indiretos regulamentares e pela via de obrigatoriedade: [32]

- Regime da Microgeração - obrigatoriedade de instalação de sistemas solares térmicos ou de aquecimento a biomassa;

- Sistema de Certificação Energética (SCE) - obrigatoriedade de instalação de sistemas solares para aquecimento de águas sanitárias em edifícios residenciais novos.

No mercado não residencial, entenda-se empresas e IPSS, ainda existem incentivos diretos ao investimento em sistemas solares térmicos, operacionalizados através do QREN, com subvenções até 50% no caso de empresas e 70% no caso das IPSS. Existe ainda a imposição da implementação de medidas de eficiência energética [32].

No Quadro 3.3 sintetizam-se os mecanismos de apoio à promoção de sistemas solares térmicos.

Quadro 3.3 – Mecanismos de apoio à promoção de sistemas solares térmicos [32]

	Construção existente	**Construção nova**
Mercado residencial	Promoção através da obrigatoriedade imposta no regime da Microgeração.	Promoção através da obrigatoriedade imposta no RCCTE.
Mercado não-residencial	Incentivo ao investimento através do QREN. Aplicável a PMEs.	Recomendada analise de viabilidade no âmbito do RSECE.

3.1.2. Implementação de sistemas solares térmicos em Portugal

Na década de 80 do século XX, os elevados preços do petróleo no contexto internacional impulsionaram um *boom* nas instalações térmicas solares. No entanto, este mercado emergente experienciou na década de 90 uma situação de quase paragem, resultado de quebra acentuada da confiança do consumidor final, motivada pela realização de muitas dessas instalações por técnicos sem habilitações e utilização de componentes de sistema de baixa qualidade [32].

Para inverter esta situação e reestabelecer a confiança do consumidor final, foi lançado em 2002 o Programa Água Quente Solar para Portugal (AQSpP), na sequência da publicação do Programa E4 e da afirmação do carácter estratégico dos sistemas solares térmicos no sistema energético português. Essencialmente, o AQSpP criou um enquadramento de regulação da atividade de instalação de sistemas solares térmicos, não prevendo contudo incentivos diretos ao investimento para a adoção de sistemas solares térmicos [32].

Estes incentivos de apoio tiveram a sua expressão máxima em 2009, com a Medida Solar Térmico 2009 (MST09). Esta medida, que apenas esteve em vigor em 2009 (apesar de muita das instalações se terem realizado durante 2010), consubstanciou um incentivo direto ao investimento no mercado residencial, numa primeira fase, e a Instituições Privadas de Solidariedade Social (IPSS) e Associações Desportivas de Utilidade Pública (ADUP), numa segunda fase [32].

A figura 3.3 ilustra a evolução da capacidade instalada de sistemas solares térmicos em Portugal. É notório o impacto da MST09 na capacidade instalada, representando cerca de 26% da capacidade total instalada, cifrada em 526 MWth. Em 2010 foram instalados 131 MWth (cerca de 187.000 m2), prevendo-se uma quebra da procura em 2011. Prevê-se para 2012 uma quebra ainda mais acentuada, para níveis idênticos aos de 2008, decorrente de eventuais alterações ao Regime da Microprodução, regime de tributação em sede de IVA e incentivos no âmbito do QREN, no contexto do Memorando de Entendimento subscrito por Portugal com o FMI, CE e BCE [32].

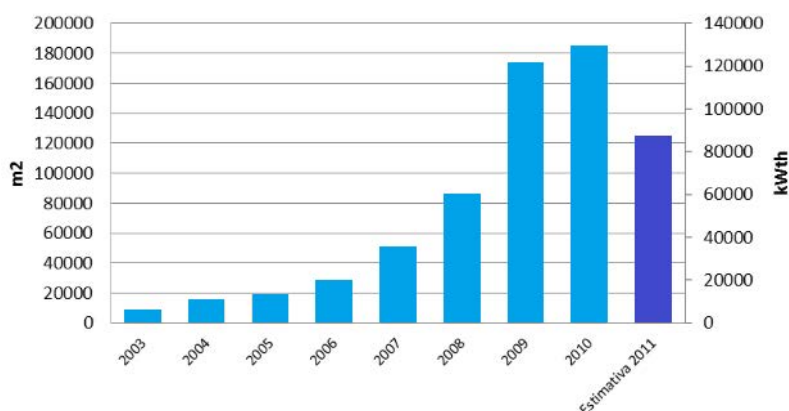



Fig.3.3 – Evolução da capacidade instalada de sistemas solares térmicos em Portugal [32]

Apesar da evolução positiva, as metas para Portugal em 2020 estão ainda longe de serem alcançadas [31]. A figura 3.4 ilustra o ponto da situação em 2007.

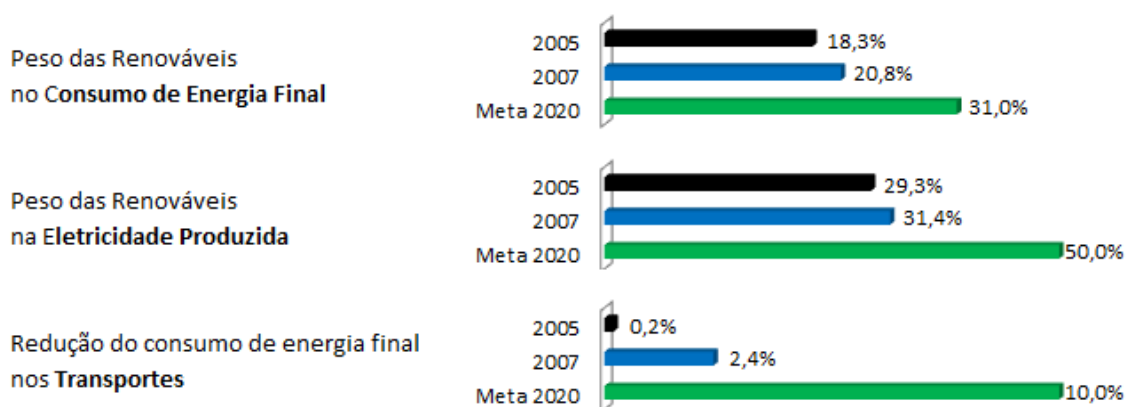



Fig.3.4 – Ponto de situação da Energia Solar Térmica em 2007 [31]

3.1.3. Implementação de Sistemas Solares Térmicos a Nível Mundial

A Internacional Energy Agency (IEA) elaborou um relatório em Maio de 2012, "Solar Heat Worldwide – Markets and Contribution to the Energy Supply 2010", no âmbito do Solar Heating and Cooling Programme (SHC), que documenta a capacidade instalada de sistemas solares térmicos e a sua contribuição no fornecimento de energia e emissões de CO2 evitadas, nos principais mercados mundiais [34].

Os 55 países incluídos neste relatório, genericamente representados na figura 3.5, representam 4,2 bilhões de pessoas, ou seja, cerca de 61% da população mundial. Estima-se que a capacidade instalada nestes países represente cerca de 90% do mercado térmico solar mundial [34].

Fig.3.5 – Países representados no relatório Solar Heat Worldwide [34]

Refira-se ainda que os dados foram obtidos a partir de inquéritos de delegados nacionais da SHC Programme's Executive Committee e de outros peritos nacionais que operam no domínio da energia solar térmica [34].

Os coletores documentados no relatório foram categorizados em coletores sem cobertura, (*unglazed collectors*), coletores vidrados planos (*glazed flat-plate collectors – FPC*) e coletores de tubos de vácuo (*evacuated tube collectors – ETC*) com água como portador de energia, bem como coletores vidrados e não vidrados com ar como portador de energia [34].

3.1.3.1 Capacidade total instalada em operação, a nível mundial, no final de 2010

No final de 2010, verificava-se uma capacidade total instalada em operação, a nível mundial, de 195,8 GWth, correspondente a um total de 279,7 milhões de metros quadrados de área de coletores, nos 55 países registados neste relatório [34].

A grande maioria da referida capacidade total instalada verifica-se na China (117,6 GWth) e Europa (36,0 GWth), que em conjunto representam 78,5% do total instalado, como se pode ver na figura 3.6. A restante capacidade instalada que representa 21,5% divide-se entre os Estados Unidos e Canadá (16,0 GWth), Ásia (excepto China) (9,4 GWth), Austrália e Nova Zelândia (6,0 GWth), América Central e do Sul (5,5 GWth), os países MENA: Israel, Jordânia, Líbano, Marrocos e Tunísia (4,4 GWth), bem como alguns países da África Subsaariana: Namíbia, África do Sul e Zimbabwe (0,8 GWth) [34].

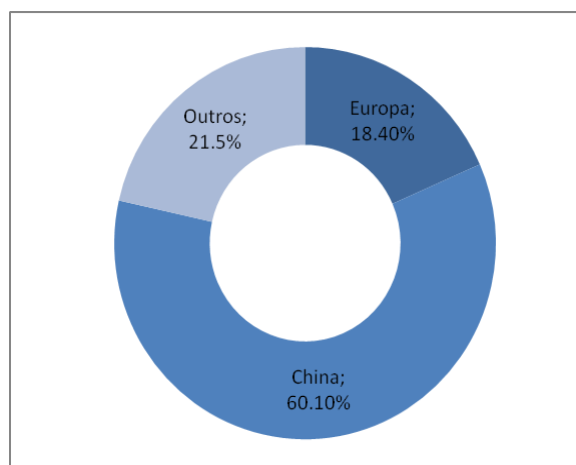



Fig.3.6 – Distribuição do total da capacidade instalada no final de 2010 [34]

A figura 3.7 mostra a distribuição dos coletores nos 10 principais países no final de 2010.

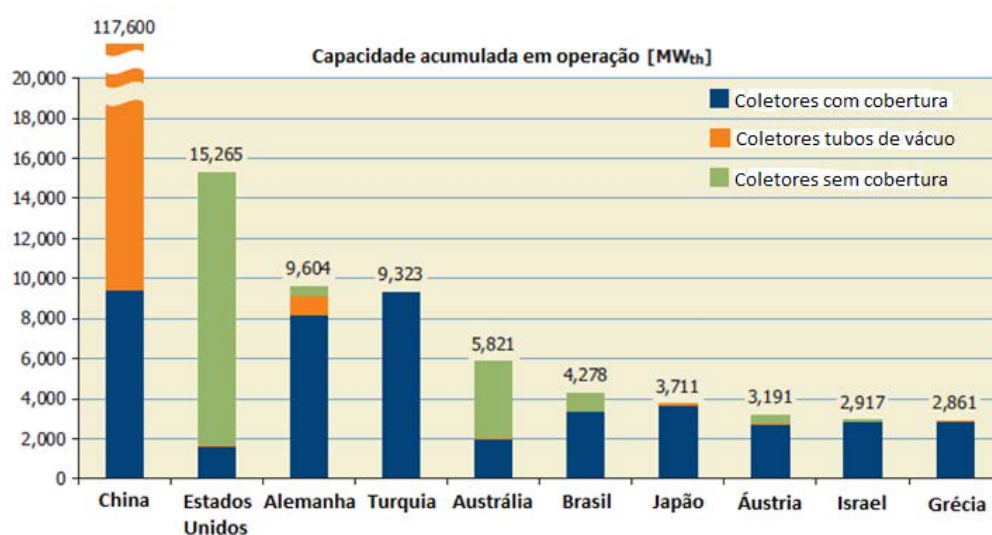



Fig.3.7 – Capacidade total instalada de coletores em operação nos 10 principais países no final de 2010 [34]

Os países líderes na capacidade instalada acumulada de coletores com água como portador de energia em operação em 2010, por 1.000 habitantes, eram o Chipre (577 kWth/1.000 habitantes), seguido de Israel (397 kWth/1.000 habitantes) e Áustria (388 kWth/1.000 habitantes). Na figura 3.8 mostram-se os 10 países lideres [34].

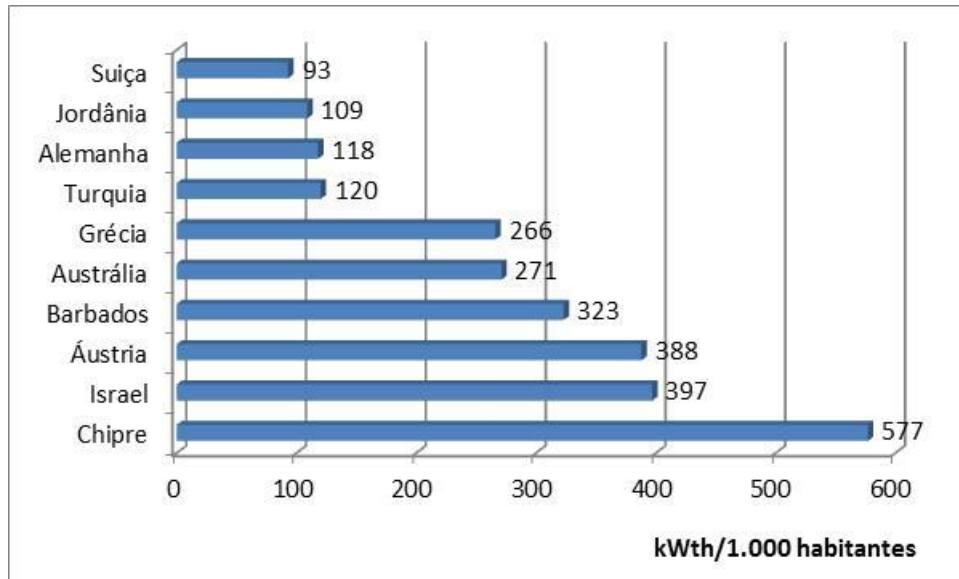



Fig.3.8 – Países líderes na capacidade instalada acumulada de coletores com água como portador de energia em operação em 2010, por 1.000 habitantes [34]

A repartição da capacidade instalada acumulada em operação em 2010, por tipo de coletor, era de 31,7% coletores com cobertura, 56,6% coletores de tubos de vácuo, 11,0% de coletores sem cobertura e 0,7% de outros coletores. [34]

A distribuição da capacidade mundial em operação, por diferentes tipos de coletores solares, é representada na figura 3.9.

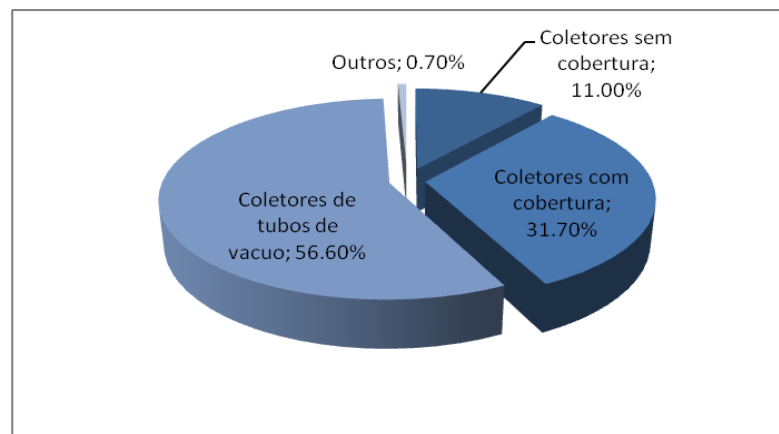



Fig.3.9 – Distribuição da capacidade total instalada em operação por tipo de coletor no final de 2010 [34]

3.2. SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS: BREVE RESENHA HISTÓRICA [35]

A ideia de utilizar sistemas de energia solar para o aproveitamento da energia solar não é recente. De facto, a história de aquecimento solar de água remonta aos anos de 1760, em Genebra, Suíça, onde Horace-Bénédict de Saussure, um naturalista suíço, observou que é sempre mais quente quando os raios solares passam através de uma estrutura com cobertura de vidro, por exemplo num edifício, do

que num local desprotegido por tal material. De modo a validar a sua hipótese e possibilitar a sua colocação ao escrutínio científico, Saussure construiu, em 1767, uma caixa térmica com o fundo pintado de preto, para assim maximizar a absorção da energia solar, e com dois painéis de vidro a cobrir o topo da caixa. Saussure constatou que, quando expunha a caixa na perpendicular ao sol, o seu interior atingia temperaturas muito superiores ao ponto de ebulição da água. A caixa térmica de Saussure, que ficou conhecida como "caixa quente", ilustrada na figura 3.10, viria a ser o protótipo de todos os aquecedores solares de água.

O cientista suíço demonstrou assim, pela primeira vez, o efeito de estufa.

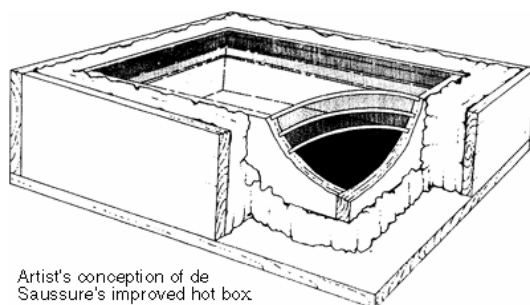



Fig.3.10 – Caixa quente de Saussure

Saussure especulou: "Algum dia alguma utilidade poderá ser extraída deste dispositivo, pois é realmente muito pequeno, barato e fácil de fazer." Mas só passado mais de um século o desejo de Saussure se realizou.

Em 1891, Clarence Kemp, um canalizador americano e fabricante de sistemas de aquecimento, colocou um tanque de água, pintado de preto, dentro de uma caixa coberta com um vidro, com um *design* semelhante ao de Saussure. À medida que a parte inferior da caixa aquecia, a água fria dentro do tanque absorvia o calor e tornava-se assim suficientemente quente para ser retirada e utilizada para o banho ou lavagem. Nascia assim o primeiro aquecedor solar de água comercial, ao qual Kemp chamou "Climax", ilustrado na figura 3.11, que combinavam a «caixa quente» com o depósito preto, conseguindo-se assim conservar a água quente.

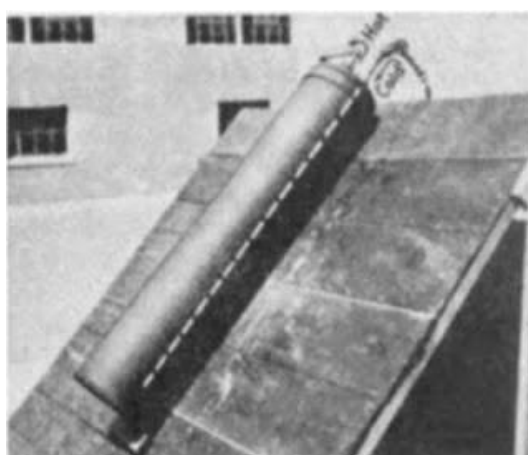



Fig.3.11 – Coletor solar Climax

Assim, e aproveitando os abundantes recursos de energia solar existentes na Califórnia, no final do século 19, milhares de cidadãos, suficientemente ricos para pagarem por água quente mas sem acesso

a combustível de origem local ou barato, estavam dispostos a gastar, no mínimo, US $15 pela invenção de Kemp. A figura 3.12 ilustra uma publicidade da época.

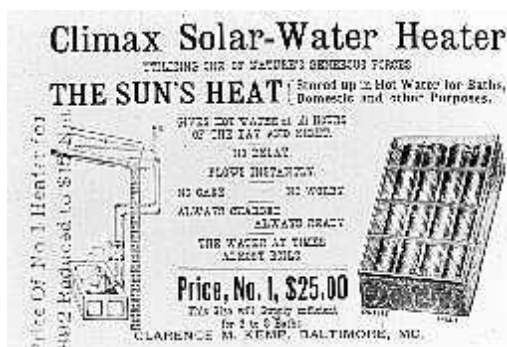



Fig.3.12 – Publicidade ao Climax

Mas o aquecedor solar de água Climax apresentava um inconveniente. A água era aquecida e armazenada nos tanques, que eram expostos aos elementos (atmosfera) durante a noite e durante o mau tempo. Sob tais condições, a água dos depósitos por vezes arrefecia.

Em 1909, William J. Bailey encontrou uma solução para o inconveniente do Climax, separando o aquecimento solar da água do seu armazenamento. Este colector solar consistia em tubos com água ligados a uma placa de metal, pintada de preto, dentro de uma caixa coberta com vidro, ligado por sua vez a um tanque de armazenamento remoto e isolado, localizado acima do coletor. À medida que o sol aquecia a água, esta tornava-se mais leve do que a água fria, que entrava pelo fundo, forçando a água mais quente naturalmente a subir para o tanque de armazenamento e assim permanecer aquecida durante a noite e na manhã seguinte. Bailey chamou à sua empresa "Day and Night Solar Water Heater Company", para, através do próprio nome, enfatizar a vantagem do seu produto. Esta, rapidamente dominou o florescente negócio de aquecedores solares de água na Califórnia, Arizona e Havaí, levando a Climax à falência.

Mas, a descoberta abundante de petróleo e gás natural no sul da Califórnia na década de 1920, praticamente extinguiu o negócio local de aquecedores solares de água.

No entanto, o design do sistema solar térmico de Bailey - separação do aquecimento solar de água do seu armazenamento – sobreviveu, e tornou-se no design utilizado por milhões de pessoas em todo o mundo que contavam com a energia solar para aquecer a água.

Primeiro mudou-se para a Flórida, onde se verificou um *boom* imobiliário na década de 1920, mas onde não existiam meios baratos e confiáveis para aquecer a água. O único meio, para além da energia solar, era a eletricidade. Pela Segunda Guerra Mundial, os aquecedores solares de água dominavam os telhados de Miami e seus arredores.

Contudo, quando a guerra eclodiu, o governo congelou o uso do cobre - um dos principais elementos utilizado pelos fabricantes solares, forçando a indústria a fechar. Após a guerra, os militares permaneceram na área de Miami, aumentando a base de clientes da "Florida Power & Light", o que permitiu uma redução das taxas elétricas o suficiente para competir com a energia solar, oferecendo mesmo aos utilizadores de aquecedores solares de água o equivalente em energia elétrica a preços reduzidos, a fim de eliminar totalmente o sector de energia solar no sul da Flórida.

Porém, o aquecedor solar de água, não morreu, mudando-se sim mais para leste, mais especificamente para Israel. O novo Estado Judeu tinha naquela época tão pouca energia que proibiu o seu uso durante o dia para aquecimento doméstico de água. Vendo nesta política do Governo uma oportunidade de

negócio, um engenheiro que tinha visitado a Florida adaptou o design de Bailey para as necessidades especiais de Israel. A captura dos campos de petróleo na península egípcia de Sinai, durante a Guerra dos Seis Dias, permitiu o fornecimento de combustível aos israelitas em quantidades suficientes para utilizar os aquecedores elétricos de uma forma barata, conduzindo praticamente o negócio local de aquecedores solares de água à falência. Seis anos depois, com o embargo do petróleo árabe, a subsequente perda de Sinai e a ascensão de um governo hostil no Irão que cancelou o fornecimento de petróleo a Israel, o negócio de aquecedores solares de água renasceu. O governo determinou o uso de aquecedores solares de água em todos os edifícios com menos de 27 metros de altura. A lei coincidiu com um enorme afluxo de imigrantes que precisavam de habitação de imediato, o que desencadeou um *boom* sem precedentes na indústria da construção e na indústria de energia solar.

Atualmente, Israel partilha com Chipre o maior uso per capita de sistemas solares térmico no mundo, e mais de 90 por cento das famílias israelitas utilizam a energia solar para aquecimento da água. Curiosamente, nenhuma destas nações fornece quaisquer incentivos monetários para o uso de aquecedores solares de água.

O conhecimento de aquecimento solar de água chegou ao Chipre a partir de Israel na década de 1960. Para dar o exemplo aos seus cidadãos, o governo nacional comprometeu-se com a instalação de aquecedores solares de água em todos os edifícios do Estado. Inesperadamente, o papel do governo na promoção da energia solar tornou-se ainda mais fundamental quando, em 1974, os turcos invadiram a ilha, retirando milhares de cipriotas das suas casas. Como resultado, o governo teve de abrigar quase um terço da população da ilha e, uma vez que construiu as casas, colocou também aquecedores solares de água. Quando a remanescente população viu o quão bem os aquecedores funcionavam, também estes rapidamente se tornaram utilizadores.

A milhares de quilómetros de distância na ensolarada Barbados, os ilhéus viram as suas contas de aquecimento de água subirem após os dois choques petrolíferos dos anos 1970. O primeiro-ministro Tom Adams tinha na altura um aquecedor solar de água, de fabrico local, colocado no telhado de sua residência. Impressionado com o seu desempenho, Adams convenceu o Parlamento a aprovar uma série de leis de incentivo de aquecimento solar, que incluíam, entre outras, a remoção de taxas sobre as importações especificamente direcionadas para a indústria de energia solar na ilha, incentivos fiscais para aqueles que comprassem aquecedores solares e um imposto duro para a utilização de aquecedores elétricos de água. O número de unidades solares na ilha aumentou consideravelmente nos últimos 30 anos, tornando Barbados no terceiro maior utilizador *per capita* de aquecedores solares no mundo.

Também na Áustria é relevante a utilização de sistemas solares para aquecimento de água, estando empatada com Barbados na utilização *per capita* de painéis solares de térmicos.

A consciência ambiental dos austríacos conduziu o mercado local à energia solar. Em 1978, um referendo sobre a energia nuclear incentivou uma discussão nacional sobre a energia solar. Surgiu um movimento popular nas comunidades locais desenvolvendo uma rede *do-it-yourself,* que fomentava a iniciativa, *know-how* e formação para a construção e instalação de sistemas solares térmicos.

O desastre na central nuclear de Chernobyl na União Soviética e as preocupações sobre o aquecimento global, acenderam a chama da energia solar. *Lobbys* de cidadãos interessados conseguiram que vários estados austríacos fornecessem subsídios à utilização da energia solar. Vendo sistemas solares nas casas dos vizinhos começou um efeito bola de neve. Os fabricantes que produziam sistemas elétricos voltaram-se para o negócio da energia solar. Em meados dos anos 1990, os austríacos começaram também a utilizar os seus sistemas solares de água para o aquecimento das suas casas. Sob tais condições favoráveis, a utilização de coletores de aquecimento solar cresceu dez vezes desde 1984.

O *real goliath* (verdadeiro gigante) em sistemas solares térmicos, com base no grande número em uso, é a China. Mais de 30 milhões de famílias chinesas dependem da energia solar para aquecer a água. Nos últimos seis anos, o número de consumidores solares cresceu seis vezes. A motivação é simples. Um aquecedor solar de água na China custa menos de US $200. Sem um, uma família que deseje água quente teria que comprar um aquecedor elétrico de água, aproximadamente pelo mesmo preço, e pagar até US $120 por ano em eletricidade. O retorno é quase instantâneo.

Huang Ming, o fundador do negócio de sistemas solares de água na China, construiu um protótipo para a sua velha mãe, que sofria de reumatismo que era agravado por lavar os pratos e chão com água fria. A notícia rapidamente se espalhou, e logo todos no seu bairro queriam um. Huang aproveitou a oportunidade de negócio e construiu a que se viria a tornar na maior empresa de sistemas solares térmicos na China.

A maior cidade da região onde vive Huang também entendeu a mensagem. Rizhao, uma cidade de 3 milhões de pessoas, forneceu financiamento à empresa de Huang para diminuir o preço e aumentar a sua eficiência e simplicidade. O município também informou o público através da realização de seminários educativos e realização de campanhas publicitárias, na velha tradição comunista de desfiles e manifestações de massa. Como resultado, quase todos os lares em Rizhao, localizados na rica em petróleo província de Shandong, usam agora um sistema solar. Também a cidade tem retirado dividendos. Ao utilizar a energia solar, os cidadãos de Rizhao reduziram as emissões de dióxido de carbono em quase 53 mil toneladas por ano. A qualidade do ar manteve-se muito melhor do que na maioria das áreas urbanas da China, atraindo investidores estrangeiros e incremento do turismo. A consciência ecológica da cidade também alcançou reconhecimento nacional, o que resultou no estabelecimento de importantes universidades chinesas nesta cidade.

Os especialistas calculam que, em 2010, o número de sistemas solares instalados na China seja igual ao equivalente térmico de capacidade eléctrica de 40 grandes centrais nucleares.

Globalmente, sistemas solares de água têm a capacidade de produzir tanta energia quanto mais de 140 bombas nucleares. A sua produção de energia iguala à capacidade elétrica do vento, considerado por muitos como sendo a fonte de energia renovável mais utilizada. Sistemas solares térmicos pouparam, em 2005, o consumo de quase 70 milhões de barris de petróleo e diminuíram as emissões de carbono em 29,000,000 toneladas.

3.3. Definição de sistema solar térmico e seus constituintes

Um sistema solar térmico, tem por missão transformar a energia recebida do sol em fonte de calor e é constituído por vários elementos, que se encarregam de captar, armazenar e distribuir a energia e ainda controlar todo o sistema. Para além disso existem ainda elementos de apoio, que atuam quando o sistema não tem capacidade suficiente de produção. Os elementos que integram o sistema devem possuir características de resistência a altas temperaturas.

Elementos constituintes de um sistema solar térmico: [1]

- Coletor solar - Um ou mais coletores, que transformam a radiação solar incidente em energia térmica;
- Sistema de circulação - Conjunto de equipamentos e acessórios que fazem com que o fluído de trabalho circule do coletor solar para o depósito acumulador (no circuito primário), e a água a aquecer, circule desde a entrada ainda fria no depósito, até à sua saída e consequente consumo;

- Unidade de depósito (acumulador) - Reservatório que acumula a água quente até que esta seja necessária para consumo;
- Unidade de controlo - Elementos de regulação que asseguram o correcto funcionamento do sistema;
- Unidade de apoio - Sistemas complementares de aquecimento que apenas são acionados quando as radiações recebidas pelo painel não são suficientes para o nível de aquecimento desejado. Como por exemplo caldeiras e esquentadores.

A figura seguinte (figura 3.13) demonstra a interligação entre os vários componentes de um sistema solar térmico.

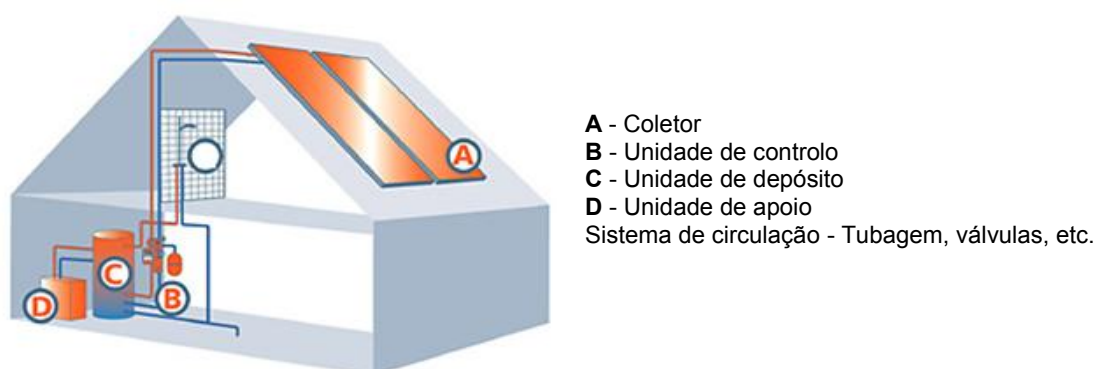



Fig.3.13 – Componentes de um sistema solar térmico [36]

3.3.1. COLETORES

Vulgarmente conhecidos por painéis solares, os coletores solares, são frequentemente confundidos com painéis fotovoltaicos. Os coletores solares destinam-se a aquecimento de águas quentes sanitárias, enquanto que os painéis fotovoltaicos têm por missão a produção de energia eléctrica.

Assim, um coletor solar é: “um equipamento utilizado para captar energia solar, absorvendo a radiação através de uma superfície para um fluido térmico (geralmente água), cedendo depois essa energia, na forma de calor, para aquecimento de água sanitária ou para aquecimento ambiente”.

Como o próprio nome indica, o seu funcionamento baseia-se no efeito de estufa, o sol ao incidir sobre o coletor e a reflexão dos raios solares no seu interior fará com que exista aí um armazenamento de calor, que será transferido para a água que circula nas tubagens. Para captar o máximo de energia possível, o coletor deve possuir uma superfície com elevado grau de absorção no que concerne à energia radiante incidente, e para reduzir as perdas por convecção deve ser bem isolado termicamente e ter uma baixa emissividade. [37]

A imagem que se segue (figura 3.14) identifica os componentes de um coletor, tendo normalmente uma superfície absorsora, para captar a radiação e transmite-a ao fluido que aí circula, uma cobertura e uma caixa termicamente isolada, de forma a não existirem perdas de calor. [37]

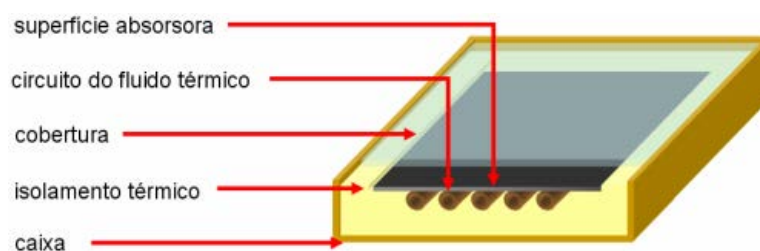



Fig.3.14 – Constituintes de um coletor [38]

Para que sejam obtidos os melhores rendimentos do coletor, os seus constituintes têm de reunir as melhores características. A radiação solar, ao incidir na cobertura transparente, que pode ser em vidro ou acrílico com características de forte transmissão e baixa reflexão, penetra para um recetáculo de ar, que criará um efeito de estufa imediatamente acima da superfície absorsora. Esta superfície, cujo material base pode ser em alumínio, cobre ou outros elementos metálicos, deverá captar o mais possível e refletir o mínimo. Com tratamento a preto baço, ou outro revestimento seletivo, irá transmitir a energia térmica para o fluido de trabalho que circula na tubagem entre coletor e a unidade de acumulação (depósito). Para além disso o isolamento térmico terá de possuir capacidade de resistência a temperaturas elevadas na ordem dos 150 ºC, pois quando o sistema não se encontra a ser utilizado as temperaturas podem atingir esta ordem de grandeza. A caixa é onde todos estes elementos se encontram instalados e protegidos das ações atmosféricas. O isolamento já referido, tem por finalidade minimizar as perdas de calor e aumentar o efeito de estufa dentro da caixa, por isso, é de extrema importância que a espessura seja a adequada e que se encontre bem colocado, nomeadamente nas juntas entre materiais. [37] [39]

As propriedades mais importantes nos coletores solares são:

- Eficiência, por meio do seu rendimento (η);
- Eficiência ótica (fator de conversão $\eta 0$);
- Fator de perda de calor (ηK);
- Fração solar;
- Temperatura de estagnação.

(η) - razão entre a radiação incidente no coletor e a energia convertida em calor. Depende da diferença de temperatura entre o absorsor e o meio ambiente, bem como da radiação solar global.

($\eta 0$) - percentagem de radiação disponível no coletor que pode ser convertida em calor ($\eta 0 = \tau\ \alpha$).

(ηK) - perda de calor (em percentagem) devida ao desenho e isolamento do coletor.

Fração Solar - percentagem de energia utilizada no aquecimento de água que pode ser coberta pelo sistema solar.

Temperatura de estagnação - temperatura máxima que o absorsor pode atingir (quando as perdas de calor para a atmosfera forem iguais ao calor absorvido pelo absorsor). [37]

O rendimento de um coletor é um dos aspectos mais importantes a ter em conta, ele fornece-nos a informação necessária para um dimensionamento que vá de encontro às necessidades, mas sempre tendo em vista a melhor economia. Em seguida enumeram-se os principais fatores de que depende o rendimento de um coletor solar: [40]

- Tipo de coletor;
- Diferença de temperatura entre o coletor e a vizinhança;
- Intensidade da radiação solar;
- Possibilidade de armazenar a energia;

- Comportamento do consumidor face à utilização de água quente;
- Eficiência ótica do coletor (transparência e absorção devem ser elevadas);
- Condutividade térmica do absorsor;
- Isolamento do coletor, minimizando as perdas para o exterior;
- Emissividade do absorsor (a mínima possível).

A tecnologia associada ao modo de funcionamento de um coletor distingue-os nos seus componentes, nos rendimentos atingidos e na sua utilização. No Anexo 1 pode ver-se um quadro com as principais características e diferenças entre eles. Aquando da aquisição de coletores solares os consumidores devem portanto ter em atenção para além do preço, os aspectos anteriores.

O presente estudo vai incidir sobre os seguintes tipos de coletores:

- Coletor plano sem cobertura;
- Coletor plano com cobertura;
- Coletor CPC;
- Coletor de tubos de vácuo.

3.3.1.1 Coletor plano sem cobertura

Com aplicação principalmente para aquecimento de água em piscinas no verão, cujo material mais utilizado é o plástico, este coletor é constituído apenas por uma placa absorsora. Pode ainda encontrar-se outros materiais seletivos como aço inoxidável, mas para pré-aquecimento de água potável. A tubagem de plástico em polímero negro apresenta uma forma de esteira, unidos por outros dois tubos de diâmetro maior e que se localizam na zona inferior e superior, como se pode ver na figura 3.15. A piscina funciona como uma unidade de acumulação (depósito) do sistema, sendo esta água a mesma que circula na tubagem do coletor. A temperatura a que tem de ser aquecida é menor do que para águas quentes sanitárias (AQS), ronda os 24 a 28.ºC. Estes coletores são particularmente sensíveis à ação do vento devendo ser instalados em locais abrigados.

Sem cobertura, nem isolamento, têm uma menor eficiência que os coletores com cobertura, devido às perdas elevadas de energia, com uma área admitida de 75% da superfície do plano da água, são no entanto equipamentos mais baratos. [41] [40] [42]

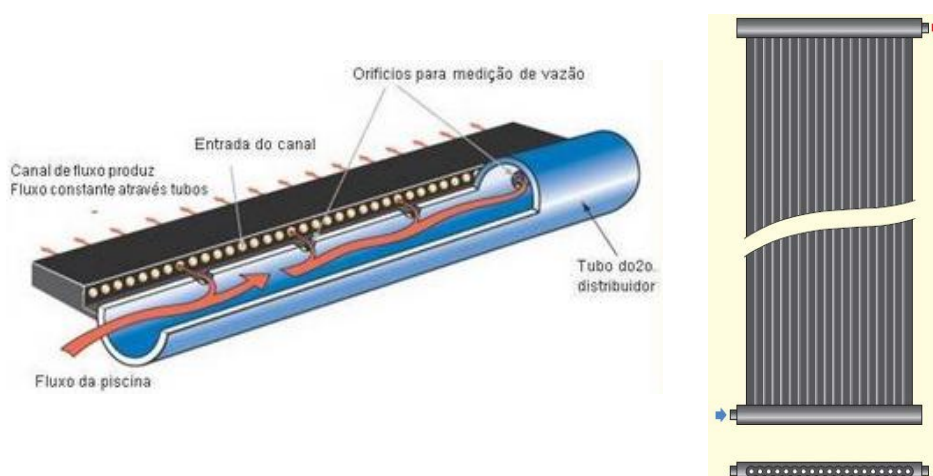



Fig.3.15 – Coletor plano sem proteção [40] [43]

Vantagens do coletor sem cobertura: [41]

- Os coletores substituem a cobertura do telhado, reduzindo os custos com a cobertura;
- Disponível em diversas formas pode tornar-se uma solução estética;
- Mais económica, sendo menor o investimento.

Desvantagens: [41]

- Menor temperatura de utilização;
- Baixa performance relativamente a outros, devido à necessidade de uma maior superfície instalada de coletores.

3.3.1.2 Coletor plano com cobertura [42] [40] [44] [41]

Constituído por uma caixa onde se encontram todos os componentes protegidos das ações do tempo e que permite a existência de um efeito de estufa, esta é a principal diferença do coletor sem cobertura. Através da cobertura transparente, que pode ser em vidro ou plástico, mas geralmente em vidro com baixo teor em ferro (vidro muito transparente) com cerca de 3 a 4 mm de espessura, para segurança, os raios solares penetram e provocam o efeito de estufa no interior da caixa, reduzindo as perdes térmicas e assegurando a estanquidade do coletor (ver figura 3.16). Portanto, esta cobertura deve possuir características para uma elevada transmissão de radiação solar e logo uma baixa reflexão, deve ainda ser resistente a choques térmicos, impacto de objetos e à pressão do vento. Para diminuir as perdas por reflexão pode aplicar-se um tratamento anti-reflexo, e para diminuir as perdas por radiação aplica-se um tratamento na superfície interior.

A placa absorvente é dos constituintes mais importantes, recebendo a energia que passou pela cobertura e transformando-a em calor para o transmitir de imediato ao líquido de trabalho que circula nos tubos que se encontram em paralelo ou em forma de serpentina. Esta placa em material metálico (por exemplo em alumínio ou cobre), com pintura a negro-mate, apresenta boas características de absorção e pode atingir temperaturas máximas de 50.ºC, com um rendimento de cerca de 50%. A temperatura máxima pode subir para 60 a 70ºC com um bom rendimento se forem aplicados recobrimentos seletivos. Formados por uma estrutura com diferentes camadas, tais como um tratamento eletroquímico (crómio-preto ou níquel-preto) ou uma pulverização catódica, permitindo à placa reduzir a emissão da radiação infravermelha, mantendo a capacidade de absorção conseguida pela tinta negra, minimizando as perdas.

O isolamento térmico existente entre a caixa e placa absorsora reduz as perdas de calor para o ambiente, sendo mais indicada a utilização de isolamentos de fibra mineral, para fazer face às altas temperaturas que se registam quando o coletor se encontra parado, podendo mesmo atingir entre 150 a 200ºC. A escolha do isolamento deve ser cuidadosa, este não deve derreter, encolher ou libertar gases, pois pode causar a degradação dos materiais reduzindo a sua eficácia. Os isolamentos mais utilizados são os de:

- Poliuretano isento de CFCs (substância química que destrói a camada de ozono);
- Lã de rocha;
- Lã de vidro.

Para reduzir as perdas por convecção existem coletores equipados com um limitador de convecção, para além do isolamento. Em estrutura de plástico, localiza-se entre o absorsor e a cobertura transparente.

Nas zonas de ligação de materiais distintos, deve utilizar-se vedantes que impeçam a entrada de elementos do exterior como por exemplo, água, pó e insetos. Entre a cobertura transparente e a caixa, os vedantes devem ser em borracha EPDM ou borracha de silicone, e na parte inferior da caixa, na zona do encaixe com silicone

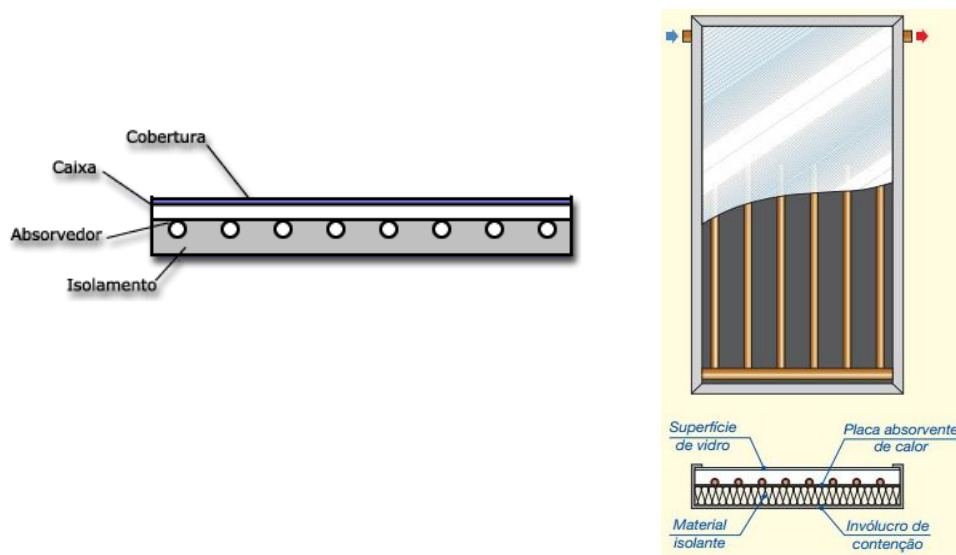



Fig.3.16 – Coletor plano com cobertura [45] [43]

Vantagens do coletor com cobertura: [41]

- Mais económico que outros coletores;
- Vasta oferta nas opções de montagem, no telhado, integrado, na fachada e de instalação livre;
- Boa relação custo/*performance*;
- Montagem simples em *kits*.

Desvantagens: [41]

- Eficiência menor relativamente a outros coletores;
- Não serve para gerar altas temperaturas;
- Necessidade de mais espaço no telhado do que outros coletores.

3.3.1.3 Coletor solar do tipo Concentrador Parabólico Composto (CPC) [40] [41] [42]

Chamado de Concentrador Parabólico Composto (CPC), este coletor deve o seu nome à concentração, sendo a relação entre a área de captação (cobertura transparente), e a área de recepção.

Para reduzir as perdas térmicas estes coletores reduziram a área de absorção relativamente à área de captação.

Vocacionado para atingir temperaturas mais elevadas, no máximo 110ºC, é o indicado para aquecimento de águas quentes sanitárias e aquecimento ambiente. A principal diferença entre estes

coletores e os convencionais planos, é a ótica utilizada e a geometria da superfície de absorção. Nos convencionais planos, o elemento absorsor é uma placa plana onde se encontram soldados, embutidos ou prensados tubos. No CPC, a superfície absorsora é constituída por uma grelha de alhetas em forma de acento circunflexo, instalados por cima de uma superfície refletora em contacto com o tubo por onde circula o fluido a aquecer. Esta forma permite uma ótica de baixa concentração, fazendo com que sejam, tal como os concentradores planos, estacionários. O sol incide na parte superior das alhetas e os raios refletidos vão incidir na parte inferior, existindo assim uma dupla absorção da radiação, aumentando a temperatura do fluído de aquecimento. Assim, a superfície refletora concentra a radiação, com a utilização de material espelhado com alto nível de refletividade e devido à sua configuração. Ver constituintes na figura seguinte 3.17.

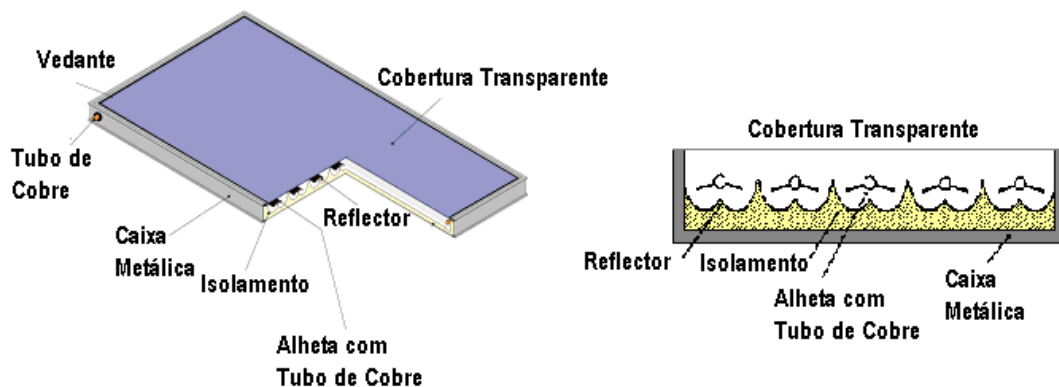



Fig.3.17 – Coletor CPC [42]

Vantagens do coletor do tipo CPC: [41]

- Gera altas temperaturas;
- Alta eficiência mesmo com baixa radiação;
- Indicado para AQS e aquecimento ambiente;
- Suporta aplicações de calor com mais eficiência do que os coletores planos.

Desvantagens: [41]

- Necessidade do coletor se manter sempre perpendicular aos raios solares, sendo o mecanismo de controlo para seguir a trajetória do sol dispendioso;
- Só permite captação de radiação direta;
- Mais caro do que um coletor plano.

3.3.1.4 Coletor de tubos de vácuo [46] [47] [48]

Estes coletores são a chamada nova geração de coletores solares, apresentando nos meses mais frios, um rendimento superior aos convencionais coletores planos devido à sua forte capacidade de retenção. Como atingem altas temperaturas, são indicados para aquecimento de águas quentes sanitárias, para apoio de aquecimento central e de piscinas.

São constituídos por um coletor de cobre inserido numa peça única de lã de vidro prensada, dentro de uma estrutura de proteção de alumínio, de maneira a conservar o calor qual se dá o nome de cabeçote ou câmara de irradiação. Na figura 3.18 apresenta-se a constituição do coletor de tubos de vácuo.

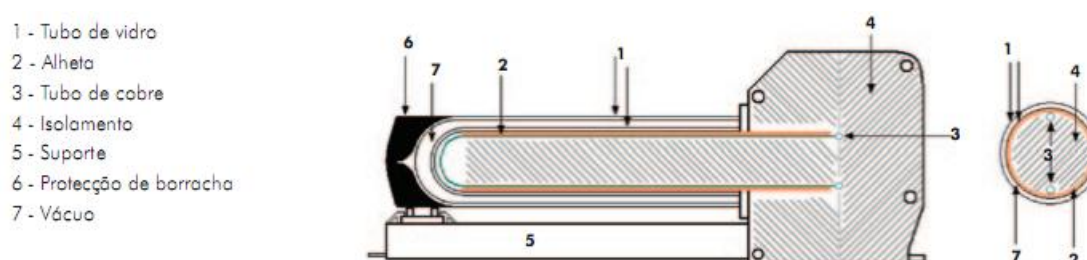



Fig.3.18 – Constituição de um coletor de tubos de vácuo [42]

O seu funcionamento, como se vê na figura 3.19, consiste num tubo de vácuo, que é um tubo em vidro de borosilicato de parede dupla, estre as quais existe vácuo. A parede interna encontra-se coberta de nitrato de alumínio, que é um material com uma ótima capacidade de absorção de calor. Dentro do tubo de vidro encontra-se um outro tubo em cobre, denominado *heat-pipe* que é um excelente condutor de calor. No interior deste tubo de cobre está um gás facilmente evaporável que sofre um ciclo de evaporação/condensação. O fluido que se encontra no *heat-pipe* ao ser atingido pela radiação solar aquece e ascende sob a forma de vapor, este vai aquecendo a água que se encontra em contato com o topo do tubo de cobre. Ao aquecer a água transmitindo-lhe o calor, arrefece o vapor, fazendo com que condense e este retorne ao início do ciclo sob a forma liquida para ser aquecido novamente.

O interior dos tubos não tem ar, isto faz com que não existam perdas por convecção, aumentando os rendimentos a altas temperaturas. Estes coletores, para além de garantirem a absorção de energia solar directa, também absorvem a energia radiante pela sua cobertura seletiva.

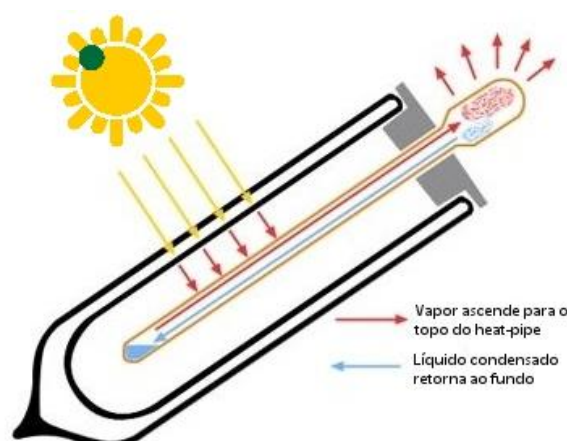



Fig.3.19 – Funcionamento de um coletor de tubos de vácuo [46]

Vantagens do coletor de tubos de vácuo: [41]

- Apresenta uma redução significativa de perdas de calor por condução no interior dos tubos;
- Alta eficiência com baixa radiação, permitindo a captação de energia mesmo com temperaturas negativas, basta existir luz solar;
- O vácuo reduz consideravelmente a perda de calor por condução no interior dos tubos;
- Suporta, com um mínimo efeito na eficiência, o vento e a chuva;
- Suporta aplicações de calor com mais eficiência do que os coletores planos;
- Atinge elevadas temperaturas (temperatura máxima até 160º), podendo ser utilizado em sistemas de ar condicionado e produção de calor;
- Suporta cargas térmicas com mais eficiência que os coletores planos;
- Um tubo danificado ou partido não obriga a parar o sistema;
- Evita a remoção de material do telhado mantendo a estrutura intacta;
- Facilidade de transporte, apresenta um baixo peso.

Desvantagens:

- Mais caro do que um coletor plano;

O gráfico seguinte representa o comparativo de coletores relativamente à temperatura atingível.

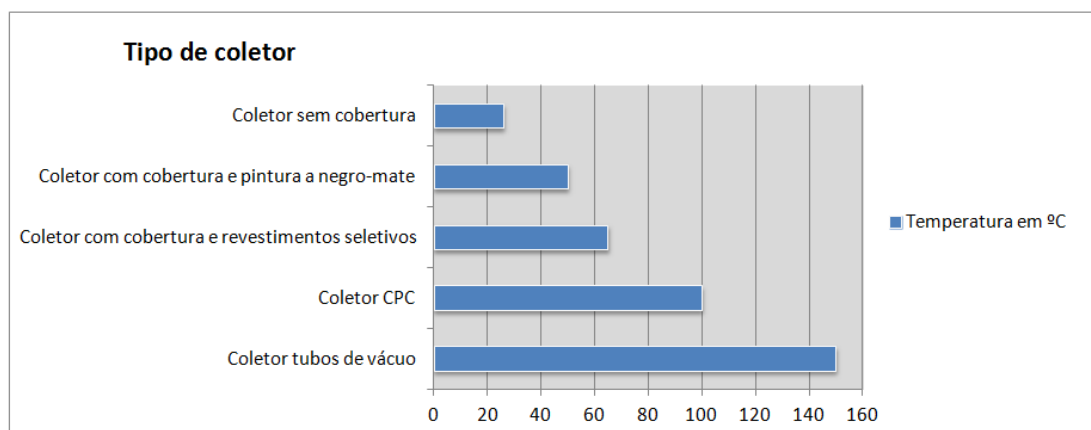



Fig.3.20 – Temperaturas atingidas pelos diversos coletores

3.3.2. Sistemas de circulação

O objetivo deste sistema é levar o calor captado pelos coletores até à unidade de depósito, onde irá ficar armazenado, também designado por circuito primário, funciona em sistema fechado. O fluido térmico que circula entre o coletor e o permutador de calor pode ser ar ou água, sendo o mais utilizado a água. O circuito que leva a água aquecida desde o depósito acumulador até aos pontos de distribuição é chamado de circuito secundário. Neste ponto vai também abordar-se os componentes como sejam, válvulas, bombas, tubagem, etc.

Abordam-se três tipos de sistemas de circulação, a circulação em termossifão (figura 3.21), a circulação forçada (figura 3.22) e o sistema de recolha automática (figura 3.23). O termossifão é usualmente mais aconselhado para instalações pequenas, e o de circulação forçada para grandes. A

escolha entre estes dois tipos depende para além da quantidade de energia necessária, da hipótese de instalar a unidade de depósito numa cota superior aos coletores.

3.3.2.1 O sistema de circulação em termossifão

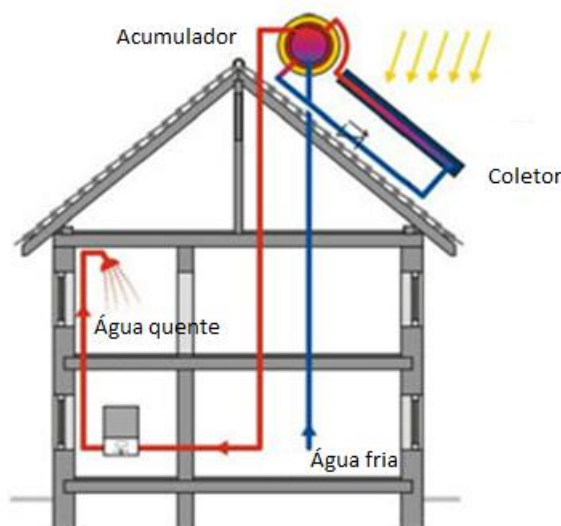



Fig.3.21 – Esquema do sistema de circulação em termossifão

Após a incisão da radiação no coletor, esta aquece a água tornando-a mais fluida, menos densa que a água no depósito, fazendo com que, por convecção suba para o depósito e a fria desça para o coletor. Ou seja, a água que se encontra no fundo do depósito será a primeira a aquecer, fazendo com que esta suba, enquanto que a água que se encontra mais acima desce por se encontrar mais fria, formando deste modo uma corrente. Pode dizer-se que se trata de um processo natural, onde não existem elementos mecânicos nem eletrónicos, sendo autorregulado sem necessitar de consumir nenhuma outra energia e não se encontra sujeito a avarias mecânicas. No entanto, existe a possibilidade de ocorrer uma inversão no sentido de circulação, nos momentos em que a incidência da luz solar é reduzida ou mesmo nula, por exemplo à noite, onde o líquido existente no depósito pode sofrer arrefecimento. Para colmatar esta situação deve existir um desnível aproximado de trinta centímetros, entre o coletor e o depósito, ou colocar válvulas anti-retorno.

3.3.2.2 O sistema de circulação forçada

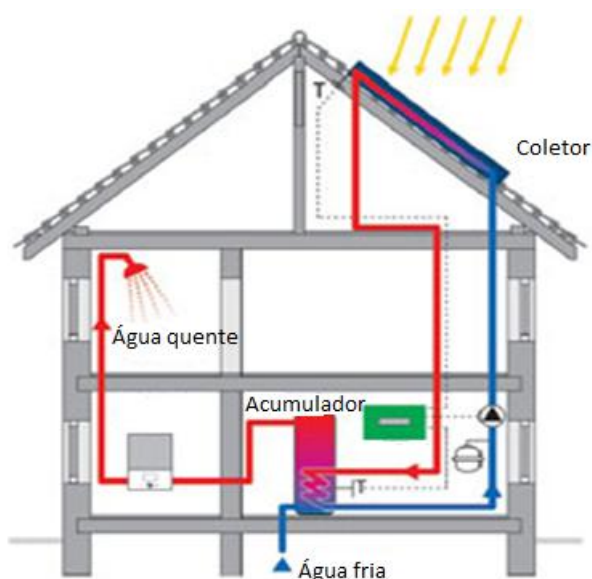



Fig.3.22 – Esquema do sistema de circulação forçada

Sempre que não é possível um sistema em termossifão, ou porque o depósito não pode estar acima do coletor, ou mesmo porque se pretende uma maior potência de aquecimento, recorre-se à circulação forçada. Neste caso e como o próprio nome indica, a circulação faz-se com recurso a equipamento mecânico, por isso apresenta um rendimento superior, gerindo por meio de um controlador diferencial e do grupo de circulação, essa mesma circulação do fluido, tendo em conta as temperaturas registadas. Após a incisão da radiação no painel, esta aquece a água. O circuito em que essa água se encontra é fechado, e o fluido quente que circula na serpentina dentro do depósito aquece a água de consumo.

3.3.2.3 Sistema solar com recolha automática (drain-back)

Composto por coletor, depósito acumulador e comando diferencial, possui uma tecnologia de recolha automática do líquido de trabalho, evitando os graves problemas dos sistemas convencionais, especificamente os gerados pelas baixas temperaturas, e também pelas altas, aquando de prolongadas paragens do equipamento. Nestas circunstâncias os coletores ficam vazios quando o depósito acumulador se encontre quente, ou quando não exista energia solar. São também designados por: Sistemas de painéis secos". A figura 3.23 apresenta um esquema deste tipo de circulação.

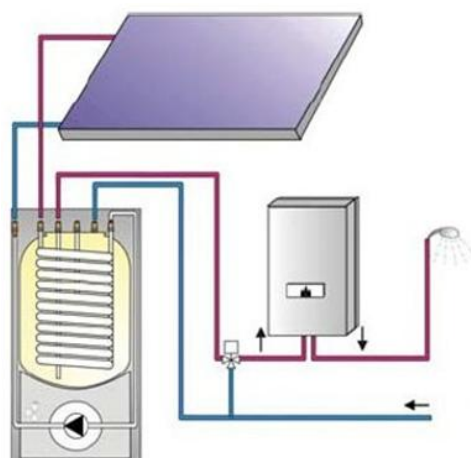



Fig.3.23 – Esquema do sistema de circulação drain-back

3.3.2.4. Tubagem, válvulas, purgador, bombas, vaso de expansão, manómetro e termómetro

Englobam-se no sistema de circulação todos estes acessórios e equipamentos que contribuem para o perfeito funcionamento de um sistema solar térmico. Muito embora possa parecer à partida que se trata de pequenos elementos, são eles que regulam, controlam e mantêm o sistema ativo e a laborar devidamente.

Tubagem

Pode-se distinguir a tubagem em dois, mediante o circuito onde vai ser utilizada, se no primário ou no secundário. Os materiais mais frequentes são o aço inox, o cobre, o aço galvanizado, o aço negro e os materiais plásticos. No circuito primário, para o transporte do líquido térmico entre o coletor e o depósito acumulador, o material mais utilizado é o cobre. Para além de ser economicamente competitivo é resistente à corrosão, quer do fluido que nele circula quer de agentes externos, é maleável e fácil de manipular podendo fazer curvas o que evita alguns acessórios. A utilização de aço inox tem vindo a crescer apresentando boa resistência à corrosão, facilidade de corte e vasta gama de acessórios para montagem rápida. O aço galvanizado só pode ser utilizado em temperaturas inferiores a 50ºC no circuito primário sofre corrosões. No circuito secundário não se deve utilizar aço negro porque sobre oxidações deteriorando a potabilidade da água, enquanto que no transporte de fluído requer pintura pelo exterior para proteger da corrosão.

Para que a eficiência do sistema de aquecimento de águas sanitárias não se perca no transporte e no depósito acumulador, a utilização de isolamento térmico e muito importante, especificamente nos acessórios, válvulas e ligações. O material a ser instalado deve ter uma condutividade térmica de $K \leq 0{,}035 W/mK$. O isolamento da tubagem que se encontre exposto às condições climatéricas deve ser resistente aos raios UV e deve encontrar-se protegido por uma cobertura metálica.

Válvulas

Na figura 3.24 apresentam-se imagens da válvula de segurança, válvula de retenção, retenção e fecho. A **válvula de segurança** é designada como um equipamento de segurança do sistema, sendo obrigatório que qualquer sistema sujeito a pressão e a variações de temperatura tenham uma, para

quando se atinjam determinadas pressões esta faça expelir fluído térmico. No circuito primário encontra-se junto ao vaso de expansão e no circuito secundário na entrada de água fria dos depósitos acumuladores, não devendo em qualquer dos casos existir nenhuma válvula entre a de se segurança e o circuito ou o depósito a proteger. [49]

As **válvulas de retenção** não permitem que fluido inverta o seu sentido de circulação, permitindo a passagem nesse sentido e impedindo no sentido contrário, pode dizer-se que é uma válvula de fluxo de sentido único. Deve ser instalada no retorno do fluido junto ao vaso de expansão e na entrada de água fria nos depósitos.

Figura 3.24 – Válvula de segurança Válvula de retenção Válvula de retenção e de fecho [49]

A figura 3.25 expõe exemplares de válvulas de corte, válvula de três vias e válvula misturadora termostática.

As **válvulas de corte** ou de passagem têm a finalidade de parar a passagem de fluído, de forma total ou parcial para causar quebra de pressão.

As **válvulas de três vias** conseguem direcionar o fluido por vias distintas, por exemplo quando o sistema possui águas quentes sanitárias em simultâneo com aquecimento ambiente e piscina. São ainda bastante úteis quando se pretende efetuar um *by pass* a qualquer equipamento de apoio.

A **válvula misturadora termostática** coloca-se na saída de água quente para consumo e permite a mistura desta com a água fria existente na rede para uma dada temperatura de consumo pré estabelecida.

Figura 3.25 – Válvulas de corte Válvula de três vias Válvula misturadora termostática

Purgador

Estes acessórios, que podem ser automáticos ou manuais, são instalados nos pontos mais altos do sistema e têm como função a evacuação de ar existente no circuito. Esse ar impede a correta circulação do fluido e pode provocar corrosão, por isso os purgadores devem ser resistentes ao glicol e a temperaturas de pelo menos 150ºC. A figura 3.26 demonstra um tipo de purgador.

Fig.3.26 – Purgador

Bombas

As bombas, ver figura 3.27, são utilizadas sempre que a circulação em termossifão não é possível, forçando o fluido térmico a movimentar-se do coletor para o depósito acumulador e vice-versa. São instaladas na parte mais baixa do circuito, na horizontal ou vertical sempre no sentido do fluxo sempre entre duas válvulas de seccionamento sem manípulo. Estas bombas devem despender o mínimo de energia possível sem se encontrarem sobredimensionadas, e devem verificar-se qual a temperatura máxima de funcionamento.

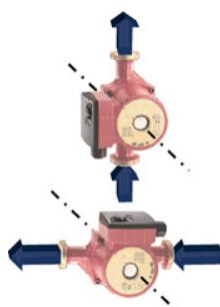



Fig.3.27 – Bomba de circulação [49]:

Vaso de expansão

Destinados a absorver o aumento de volume provocado pelo aquecimento do fluido e da água, estes dispositivos permitem ainda armazenar algum fluído térmico que é introduzido no circuito primário sempre que haja libertação desse fluído pelas válvulas de segurança. Estas válvulas são impedidas de descarregar pelo vaso de expansão, quando isso acontece então é porque existe alguma anomalia, pois em condições normais a válvula de segurança não deverá atuar.

O vaso de expansão possui uma membrana que o divide a meio, de um lado tem o líquido do outro tem gás (geralmente azoto) que funciona como compensador da dilatação verificada. Os vasos vêm já

com uma pressão pré definida de fábrica, devendo ser retificada para dois terços da pressão do circuito primário a frio e com a bomba parada. Na figura 3.28 encontram-se exemplos de vasos de expansão.

Fig.3.28 – Vasos de expansão [46]

Manómetro

O manómetro tem por função a medição da pressão existente no circuito primário onde circula o fluído térmico. Ver na figura 3.29 um manómetro.

Fig.3.29 – Manómetro [46]

Sensor de temperatura

Podem encontrar-se instalados na cobertura na descida do fluido térmico, os sensores de temperaturas têm a função de medir a temperatura existente no fluido num determinado local. Na figura 3.30 vê-se um exemplo de aplicação de um desses sensores.

Fig.3.30 – Sensor de temperatura [46]

3.3.3. Unidade de depósito (acumulador)

Os depósitos ou acumuladores são equipamentos de armazenamento de calor. Apesar de Portugal ser dos países da europa com maior incidência solar, infelizmente a sua disponibilidade não se coaduna com as necessidades temporais de consumo. Perante a necessidade de armazenar o calor produzido durante o período de sol, para ser utilizado mais tarde, existem no mercado alguns tipos de depósitos, abordando-se apenas os adotados em instalações de uso doméstico que contêm água. As principais características passam pelo isolamento, pela resistência mecânica e pela sua durabilidade. A eficiência de conversão de águas quentes sanitárias passa pelo isolamento térmico existente, sendo mais elevada quanto maior for a espessura do isolamento, devendo ser de 10cm nas laterais e 15cm na base e no topo. Para além disso podem ser agrupados segundo o material em que são construídos, a posição de instalação (vertical ou horizontal) e ainda segundo o tipo de permutador.

Tipos de acumuladores quanto aos materiais mais utilizados:

- Aço inoxidável;
- Aço vitrificado;
- Aço esmaltado;
- Aço com revestimentos plásticos.

Relativamente à posição foi já dito que podem encontra-se na:

- Horizontal;
- Vertical.

Os acumuladores mais eficazes são os verticais, pois permitem uma maior estratificação, encontrando-se a água mais quento no topo devido a ser menos densa, e a água mais fria na base, sendo recomendada uma razão altura diâmetro de pelo menos 2,5:1. A entrada de água fria pode alterar essa estratificação devido à pressão de chegada, devendo existir uma placa deflectora nessa mesma entrada, não permitindo que por turbulência se destrua a estratificação térmica. Pode ainda instalar-se a tubagem de saída da água quente, dentro do acumulador na posição descendente, ou seja, do topo para a base com a instalação de uma flange, o que evita perdas significativas de calor. Os acumuladores horizontais são mais utilizados no sistema em termossifão, uma vez que se encontram acoplados ao coletor e instalados no telhado.

Os permutadores são equipamentos destinados a transferir o calor captado pelos coletores para o fluido a consumir, podendo ser internos ou externos. Os externos, em placas, são mais utilizados para grandes consumos, e os internos para pequenos e médios consumos. Recomenda-se uma potência de permuta de 750 W/m2 de colector. [49]:

Segundo o tipo de permutadores podemos classificar os acumuladores da seguinte forma[49]:

- Acumuladores com permutador de camisa (figura 3.31);
- Acumuladores com permutador de serpentina (figura 3.32).

Os mais simples em termos de funcionamento, os **acumuladores com permutador de camisa** possuem nos limites laterais uma câmara onde circula a água aquecida pelos coletores. São os indicados para pequenas instalações de uso doméstico e podem apresentar uma eficácia baixa, na ordem dos 35%.[49]:

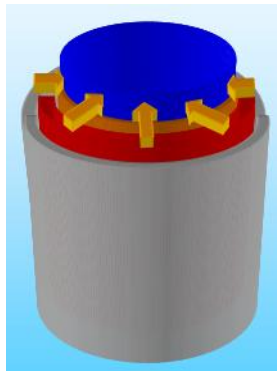



Fig.3.31 – Acumulador com permutador de camisa [49]

Os **acumuladores com permutador de serpentina**, podem ser de serpentina simples, dupla ou mesmo tripla, sendo os primeiros para armazenar apenas calor, enquanto que os outros aquecem ainda a água na temperatura pronta a utilizar. Nas serpentinas duplas, a que se encontra na parte inferior acumula o calor proveniente dos colectores aquecendo a água nessa zona, enquanto a da parte superior que está ligada a uma caldeira termina de aquecer a água proveniente do fundo do acumulador e que a primeira serpentina não teve capacidade. A elevada relação altura diâmetro que apresentam favorece a estratificação do fluido e apresenta uma excelente prestação com altas temperaturas. Os acumuladores de serpentinas têm uma eficiência de aproximadamente 55%, sendo utilizados tanto em instalações pequenas como de média dimensão.

Fig.3.32 – Acumulador com permutador de serpentina simples e serpentina dupla [50]

Existem ainda os **acumuladores combinados** (figura 3.33), trata-se de um tanque dentro de outro tanque. Os acumuladores combinados desempenham duas funções, a produção de águas quentes sanitárias e de aquecimento ambiente. A parte externa destina-se ao aquecimento, contendo água quente, e a zona mais interna produz água quente para as necessidades sanitárias. Utilizados em instalações pequenas e médias são uma boa solução para as duas necessidades.

Fig.3.33 – Acumulador combinado [50]

Dentro dos acumuladores para além do atrás mencionado, existem bainhas sonda de termostato e termómetro, resistência elétrica e o ânodo de magnésio. Estes dois últimos elementos muito embora desempenham funções distintas são de extrema importância. Na figura 3.34 apresenta-se um exemplo de resistência elétrica, este elemento é um apoio para a manutenção da temperatura da água ou quando o coletor não é suficiente, por exemplo nos meses de menor insolação, devendo encontrar-se a 2/3 do da altura do depósito e dispor de um dispositivo que permita impedir o seu funcionamento durante o período diurno. Na figura 3.35 pode ver-se um ânodo de magnésio, componente que tem por missão proteger o depósito acumulador de um ataque químico, a corrosão, através de uma reação eletroquímica. [46]

Fig.3.34 – Resistência elétrica

Fig. 3.35 – Ânodo de magnésio

3.3.4. Unidade de controlo

Com a função de otimizar todo o sistema, tem por missão controlar as bombas de circulação, baseado nas medições e consequente regulação de temperatura. È por meio desta unidade que se vai poder aferir ao longo do tempo a eficiência de todo o sistema solar térmico.

Uma unidade de controlo (figura 3.36) permite:

- Descodificar/interpretar dados;
- Medir temperaturas;
- Contabilizar a energia armazenada

Ao descodificar/interpretar os dados recolhidos pelas sondas, nomeadamente a medição das temperaturas de entrada e saída, transmite a informação de arranque ou não à bomba circuladora e verifica a potência armazenada no acumulador.

Fig.3.36 – Exemplo de controladores

Independentemente do tipo de sistema o objetivo passa sempre por comandar o arranque e a paragem das bombas a qualquer momento e em segurança. Esta operação assenta no controlo de temperatura para o qual são necessários dois sensores, um vai medir a temperatura onde ela é mais elevada, ou seja, entre o coletor e o fornecimento, e o outro mede dentro do acumulador à altura do permutador. Esta informação é transmitida à unidade de controlo que a analisa e verifica se o diferencial de temperaturas é superior ao definido no caso concreto e activa o funcionamento das bombas. O diferencial de temperaturas depende para além de outros fatores da distância entre o coletor e o acumulador, quanto maior for essa tubagem mais elevado será o diferencial. Pode ainda efetuar-se outra medição para aferir a temperatura de consumo da água, para isso é colocado outro sensor na parte superior do acumulador. Quando no acumulador se atinge a temperatura máxima, a unidade de controlo transmite a informação para desligar o sistema. [41]

As unidades de controlo monitorizam ainda os tempos de operação, quantidade de calor, efetuam controlo remoto e diagnósticos à distância. Muito importante é efetuar a medição e controlo de caudais, nomeadamente a velocidade de transferência de calor do fluido no sistema, conseguindo o máximo rendimento térmico da instalação quando se atinge um caudal ótimo.

Unidades de controlo mais recentes efectuam um diagnóstico de erros, dando a informação dos erros que acontecem com maior frequência e identificando as possíveis causas-efeitos.

3.4. PRINCÍPIOS GERAIS DE INSTALAÇÃO [52] [51] [53]

3.4.1. ARMAZENAGEM, LOCALIZAÇÃO E ORIENTAÇÃO

Aprovado o projeto, onde se encontram definidas todas as características e informações relativas ao sistema solar a colocar, tendo em conta as necessidades energéticas, o local, o tipo de cobertura e outras condicionantes, a instalação do sistema reveste-se de alguns cuidados.

Primeiramente a armazenagem ou acondicionamento, é desde logo importante, na medida em que não se pretende instalar um equipamento que já se encontre danificado antes de qualquer utilização. Desde logo no transporte deve ter-se todo o cuidado e de preferência evitar empilhar, se isso não for possível, então empilhar apenas embalagens semelhantes, a elevação até ao local deve ser realizada por elevador, grua, empilhador, ou outro equipamento. O armazenamento deve ser efectuado num local abrigado das condições climatéricas, fresco e isento humidade, sobre um pavimento plano e sem quaisquer outro peso em cima. Se após se encontrarem fora da embalagem o local de armazenamento for no exterior, os coletores devem ser colocados num plano inclinado entre os 20 e 70º, com a cobertura em vidro para cima, não devendo estar em posição horizontal nem em posição vertical. Com uma inclinação entre os 20 e os 30º, não se devem apoiar uns os nos outros, no caso de ser entre 40 e

70º então podem apoiar-se. No espaço de tempo entre a colocação e o seu enchimento, o coletor deve encontrar-se coberto, para o proteger de altas dilatações. [51] [52]

A localização do sistema é muito importante, tendo em linha de conta as redes de água, eletricidade previstas no projeto da especialidade, sendo quanto mais próxima melhor. Os telhados são o local privilegiado para a instalação dos sistemas solares térmicos, sendo muitas vezes necessário mexer na sua estrutura devido à passagem de tubagem. Os sistemas podem fazer parte da própria cobertura ou fachada ou não. [53] Eis as diferentes localizações:

- Integrados num telhado inclinado (figura.3.37) [54]
- Montados num telhado inclinado (figura. 3.37) [55]
- Colocados em suportes num telhado plano ou numa superfície livre (figura. 3.38) [56]
- Montados numa fachada (figura 3.38). [41] [57]

Fig.3.37 – Coletores Integrados e montados

Fig.3.38 – Coletores colocados em suporte e montados numa fachada

As situações apresentadas dependem obviamente das condições do local, da utilidade do sistema solar, do tipo de sistema a instalar e das exigências do cliente. Em coletores inclinados e nos instalados em fachadas, a inclinação e o alinhamento já se encontram previamente estabelecidos, nos coletores instalados em coberturas planas ou livres existe uma maior liberdade, podendo ser instalado exactamente direccionado para sul e com um ângulo de inclinação favorável, tendo sempre em atenção o factor sombreamento de uns coletores para outros. [41]

Os sombreamentos podem verificar-se penalizadores na eficiência pretendida, por isso devem ser evitados, verificando cuidadosamente os existentes e perspectivando os futuros, como sendo árvores, prédios existentes ou possibilidade de construção, chaminés, caixas de elevadores, etc.. Os

sombreamentos podem ser calculados, encontrando a distância mínima “d”, por meio da seguinte expressão: d = 1,74×h, sendo “h” a altura do objecto que cria sombra. [52]

A par da localização, a orientação (figura 3.39) do coletor assume um papel primordial nos sistemas de captação de energia solar. O que se pretende com estes sistemas é tirar partido de uma energia gratuita da forma mais rentável possível, e para isso nada pode ser desperdiçado, cada segundo de sol gera uma mais valia, interferindo diretamente na eficiência e rendimento do equipamento. Mediante a localização geográfica onde se quer instalar o sistema, assim varia a sua orientação. No caso de uma instalação no hemisfério Norte, o coletor deve ser orientado a Sul, e no caso de uma instalação no hemisfério Sul, o coletor deve ser orientado a Norte, assim, em Portugal a melhor orientação é Sul e inclinação de 38º. De acordo com a latitude assim varia o ângulo de instalação. De maneira a otimizar o coletor existem programas informáticos que determinam com exactidão qual o melhor ângulo, sendo no entanto recomendado que o ângulo do coletor (ß) deva encontrar-se a mais ou menos 5º da latitude da instalação, veja-se a figura 3.28. Esta inclinação pode ser diferente, por exemplo, em zonas de grande concentração de neve é aconselhável uma inclinação de 45º, e também depende do tipo de coletor, em coletores de tubos de vácuo a inclinação deve ser pelo menos de 15º. [53] [58]

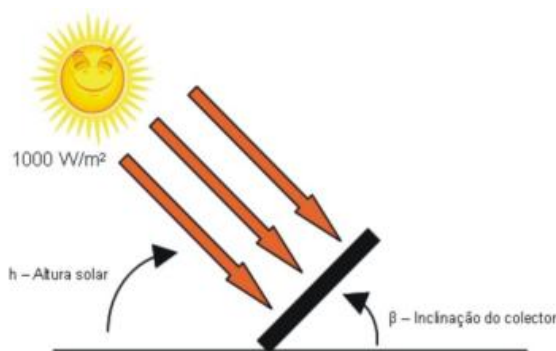



Fig.3.39 – Inclinação de coletores solares térmicos [58]

No caso de utilização sazonal também tem implicações, não se devendo reger pela regra dos mais ou menos 5º, se não vejamos o seguinte quadro 3.4:

Quadro 3.4 – Inclinações para coletores solares [58]

Tipo de utilização	Inclinação (ß)
Verão (casas de férias, hotéis de praia, piscinas descobertas, etc.,)	Latitude -15º
Inverno (aquecimento ambiente, casas de montanha, etc.)	Latitude +15º
Anual (produção de águas quentes sanitárias, etc.)	Latitude -5º

Existem ainda casos em que não é possível a orientação a Sul, apenas a Este e Oeste, para estes uma menor inclinação beneficia a captação. Se houver a opção de escolha entre aquelas duas orientações, então deve ser colocado a Oeste, pois em Portugal a existência de neblinas e nevoeiros matinais junto à costa são frequentes. [52]

3.4.2. MONTAGEM [41]

A tarefa de montagem dos sistema solar térmico, reveste-se de alguma complexidade, uma vez que interfere com outras áreas, como sejam a estrutural propriamente dita, rede de águas, rede de energia elétrica e eletromecânica. Com este leque de abrangência torna-se imprescindível uma boa comunicação entre todos.

Em **instalações sobre ou montadas nos telhados** os coletores são fixos por elementos, tais como ganchos ou suportes de aparafusamento, que os vão ligar às vigas. Os pontos de fixação devem encontrar-se em bom estado de robustez e a estrutura deve suportar cerca de 25Kg/m2. Neste tipo de instalações, os coletores são colocados a cerca de 5 a 10 cm acima do revestimento (telha). Todos os tipos de coletores podem ser instalados sobre o telhado, mantendo o efeito protetor das telhas intacto.

Numa **instalação integrada no telhado** retira-se uma área de telhas equivalente à área que o coletor irá ocupar e instala-se sobre a própria estrutura do telhado. A zona entre as telhas existentes e o coletor é colmatada por estruturas especiais, uma moldura de alumínio ou zinco e chumbo, do género de uma clarabóia.

Quando colocados em **suportes num telhado plano ou superfície livre**, estes coletores devem ter uma inclinação entre 20 a 45º, instalados geralmente em suportes de aço galvanizado ou alumínio. A fixação deve ter resistência tal que suporte a acção do vento, podendo ser colocados contrapesos, de acordo com o coletor e a sua superfície, ou fixar através de cordas com pontos de fixação previamente instalados, ou ainda colocar ancoragens ao telhado por meio de suportes aparafusados, sendo os fixadores ajustados aos suportes.

Os coletores **montados numa fachada** podem ser de configuração standard, ou executados à medida, fixos à parede existente. Os coletores planos são instalados de igual modo que numa cobertura plana, recorrendo ao seu aparafusamento neste caso à parede. Os de tubos de vácuo são instalados pelo próprio coletor ou recorrendo a um suporte. É especialmente importante ter-se em conta a resistência do elemento de suporte (parede), os sombreamentos existentes ou perspectivados, a instalação da tubagem, existência de colunas técnicas de redes e o próprio aspeto visual.

Antes da montagem os instaladores devem deslocar-se ao local e verificar as condições existentes, nomeadamente tipo de cobertura, acesso, meios de elevação, meios de segurança, redes técnicas instaladas, etc.

Segundo o Decreto-Lei N.º 80/2006 de 4 de Abril, Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), no ponto 4 do Anexo VI, estipula que os instaladores têm que ser acreditados pela Direcção-Geral de Geologia e Energia (DGGE), agora Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG).

3.4.3. OS EQUIPAMENTOS E A SUA CERTIFICAÇÃO

O Decreto-Lei acima referido, DL N.º 80/2006 de 4 de Abril, para além da acreditação dos técnicos instaladores, exige também que os sistemas solares térmicos, ou equipamentos instalados, sejam devidamente certificados de acordo com a legislação em vigor.

Quando o governo criou o programa "Água Quente Solar para Portugal", definiu com ele, objetivos a cumprir, para que o País utiliza-se mais energias limpas e baixasse o consumo de energias fósseis. Assim, este programa trouxe consigo uma série de exigências inerentes à própria temática, ora, os coletores solares e sistemas solares instalados, deveriam ter a maior eficiência possível, retirando-lhes o máximo proveito sem desperdício de energia. Como forma de garantir essa eficiência foi definido

por lei o já referido no parágrafo anterior, sendo a entidade certificadora a CERTIF – Associação para a Certificação de Produtos, entidade acredita pelo SPQ (Sistema Português de Qualidade). Quando um produtor pretende que o seu produto seja certificado, este deve contactar a CERTIF nesse sentido através do envio de um pedido, e desenvolver todo o processo de certificação desde os ensaios, passando pelas auditorias até à concessão da certificação. [59]

As normas aplicáveis aos coletores solares térmicos e aos sistemas tipo "kit", são as normas europeias, nomeadamente Normas de Requisitos do Produto, Normas de Métodos de Ensaio do Produto, que especificam aspectos de durabilidade, fiabilidade e segurança. [59]

4

METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO TÉCNICA DE SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS

4.1. PRINCIPAIS ANOMALIAS VERIFICADAS NO EFM – SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS

O conhecimento antecipado de problemas sempre foi um objetivo independentemente do que se trate, para que, conhecidas as causas possam ser tomadas medidas que minimizem ou mesmo eliminem esses problemas. Isto é assim nos edifícios como é no corpo humano, o conhecimento prévio das anomalias ajudam a prolongar a vida, através da implementação de medidas preventivas, sejam as vacinas nos humanos como manutenções preventivas nos edifícios.

Ao longo da vida útil de um edifício, este está sujeito a anomalias que podem advir de vários fatores, como erros de projecto, construção deficiente, materiais sem qualidade ou inapropriados, ou simplesmente o uso diário.

Nos sistemas solares térmicos:

- Erros de projecto – Más soluções e deficiente dimensionamento, quer por excesso ou por défice;
- Construção deficiente – É imprescindível que sejam respeitadas todas as indicações de montagem e que esta seja efectuada por técnicos especializados, devidamente acreditados;
- Materiais sem qualidade ou inapropriados – Como já referido no anteriormente, só devem ser instalados os equipamentos que se encontrem certificados;
- Uso diário – O utilizador deve ser informado do modo de funcionamento e ser-lhe fornecido um manual com as instruções de utilização.

Existe ainda outro fator associado aos erros e não menos importante, que é a falta de formação dos meios humanos envolvidos, desde os projetistas, aos instaladores até aos técnicos de manutenção. Felizmente, nos sistemas solares térmicos a própria legislação, e como já foi referido, impõe à *priori* as qualificações necessárias.

Para colmatar algumas destas causas, deve efetuar-se uma verificação das condições da instalação logo após esta ter tido lugar e antes de se dar início à manutenção. Através de uma chek-list de verificação (ver Anexo 2), para identificar à *priori* situações que não estão relacionadas com a manutenção.

O apurar das causas efetivas das anomalias não é de todo fácil, tendo que existir um profundo conhecimento de todos os aspetos acima mencionados. No entanto, existe já uma tipificação de

problemas verificados nos sistemas solares térmicos, e que se passam a enunciar no quadro que segue, quadro 4.1, compilação das principais anomalias.

Um problema que pode afetar os sistemas solares é o perigo de congelamento. Grande parte dos sistemas solares que são instalados possuem um fluido, que não é mais do que uma mistura de água com glicol que circula num circuito fechado, circuito primário. Nos sistemas que funcionam em circuito aberto não se verifica esta mistura sendo apenas água a circular em toda a extensão do circuito, desde o coletor, passando pelo depósito acumulador até à saída e consequente utilização.

As características da água são também importantes, pese embora aquando da instalação, ninguém questionar sobre estas, partindo do princípio que a água utilizada é a da rede de consumo e por isso cumprirá com os valores necessários. No entanto os contratos de manutenção demitem-se de responsabilidade se não cumprirem os seguintes requisitos:

- Dureza total < 500 ppm;
- Alcalinidade total < 400 ppm;
- Mineralização total < 1000 ppm.

Ao contrário de outros casos, as principais anomalias destes sistemas, não são identificadas pelo utilizador, pois este não possui competências técnicas, nem instrumentos para tal. Neste caso o utilizador pouco mais consegue identificar para além da temperatura da água não ser a esperada.

Quadro 4.1 – Principais anomalias verificadas nos sistemas solares térmicos [60] [52]

Anomalia	Causa
A água está fria ou temperada, apesar de estar um dia de sol	a) O termossifão pode não estar a funcionar (quando o vidro está muito quente e não há diferenças de temperatura entre a entrada e a saída do coletor). a) A bomba não está a funcionar; b) Existência de ar nas tubagens do primário; c) Falta de fluido no primário.
Circuito primário com baixa pressão (quando existe manómetro)	a) Falta de fluido no interior; b) Existência de fugas.
Falta de fornecimento de água quente (circuito secundário)	Falha de estanquicidade do circuito secundário (água de consumo).
Humidade ou condensação dentro do coletor	a) Possível fuga no absorvedor; b) Má instalação do coletor; c) Má estanquidade do vidro
O apoio energético consome muita energia	a) Excesso de consumo; b) Sistema sub dimensionado para os consumos atuais.
Aquecimento excessivo da água	a) Termóstato desregulado; b) Defeito no termostato;

Choque nas torneiras	a) Condutores elétricos sem isolamento e em contato com os tubos de cobre; b) Ligação à terra mal executada; c) Defeito na resistência;
Fugas	a) Ligações hidráulicas mal executadas; b) Dilatação térmica e ou falta de aperto; c) Solda subdimensionada ou mal executada; d) Dano por congelamento de água após baixas temperaturas;
Disjuntor não desarma	a) Defeito no disjuntor; b) Condutores elétricos em curto-circuito; c) Resistência queimada;
Bomba não deixa de funcionar	a) Interruptor na possível manual; b) Deficiência da sonda de temperatura; c) Deficiência no termóstato diferencial; d) Deficiência no sensor; e) Avaria na bomba;
Bomba a funcionar à noite	a) Interruptor na posição manual; b) Circulação Invertida
Bomba funciona mas não há circulação de água	a) Válvulas fechadas; b) Ar no sistema; c) Válvula de retenção mal montada; d) Tubagem mal dimensionada; e) Grandes perdas de pressão;
Existe água dentro do coletor	a) Condensação no vidro do coletor; b) Fuga no primário; c) Coletor mal instalado (colocado ao contrario)

O passo seguinte será a execução de uma base de dados que seja uma compilação de toda a informação no que respeita à manutenção, gerando depois procedimentos tipo.

4.2. DESENVOLVIMENTO DE BASE DE DADOS

Esta base de dados será, como já referido anteriormente, uma compilação de informação relativa à manutenção, nomeadamente à manutenção preventiva. É fundamental a existência de metodologias que ajudem a sistematizar um conjunto de procedimentos tipo a aplicar, construindo ferramentas práticas e simples ao alcance de um qualquer utilizador.

Existem uma série de dados que é importante conhecer para uma manutenção preventiva nomeadamente: [14]

- Vida útil de cada elemento;
- Níveis mínimos de qualidade / exigência;
- Anomalias relevantes;
- Causas prováveis;
- Caracterização dos mecanismos de degradação;
- Sintomas de pré-patologia;
- Escolha das operações de manutenção;
- Análise de registos históricos (periodicidade de intervenções, etc.);
- Comparação com o comportamento em outros equipamentos (antes e após reparações);
- Recomendações técnicas de projectistas, fabricantes / fornecedores;
- Custos das operações.

Estes dados devem fornecer toda a informação, de forma concisa, eficaz e simples para se poder responder aos elementos a colocar numa base de dados: Inspecionar o quê? Como fazer? Quando fazer? Quem deve fazer? E Quanto custa?, figura 4.1.

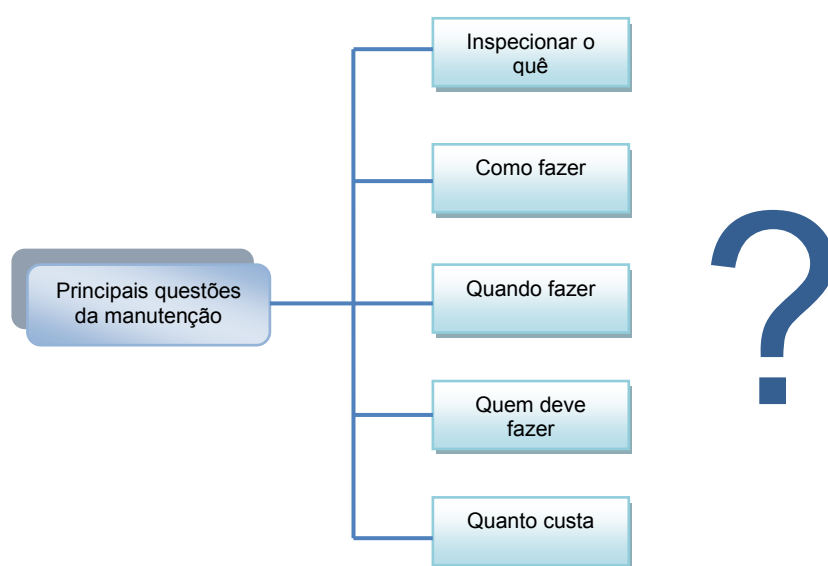



Fig.4.1 – Principais questões da manutenção

Para além desta informação a base de dados organizada em fichas-tipo, deve conter as principais operações de manutenção, sendo as seis maiores a que de seguida se apresentam:

- Inspeção;
- Limpeza;
- Medidas pró-ativas;
- Medidas corretivas;
- Medidas de substituição;
- Condições de utilização.

Ordenada a informação recolhida, de acordo com as operações de manutenção criam-se as fichas que irão fazer parte da base de dados. Mais à frente serão devidamente explicadas todas as operações de manutenção.

Fruto de uma acérrima pesquisa no mercado e vários contactos com diferentes intervenientes no processo, conseguiu-se recolher informação sobre os elementos a considerar, organizando essa informação sob a forma de repositório nesta base de dados, que não será um documento diretamente aplicável, mas sim um elemento de partida para a elaboração de outros documentos, esses sim com aplicação prática, os Manuais de Serviço, sob a forma de Manual de Utilização, Manual do Proprietário e Manual de Manutenção. Surge ainda o Plano de Manutenções, onde se encontra a planificação temporal das ações a realizar, e o Plano de Custos, que dispõe também no tempo a quantificação económica dessas ações. O fluxograma apresentado na figura 4.2, representa o esquema organizativo de manutenção.

O manual do proprietário referido, surge aqui como uma abordagem um pouco diferente do que é habitual. Trata-se de um documento semelhante um manual de instruções, mas com uma apresentação tipo brochura, onde de forma muito breve e clara se dá a conhecer o modo de funcionamento do sistema, quais os principais problemas que podem surgir, causas e soluções, e ainda as indicações constantes no manual de utilização, com as manutenções a efetuar, e finalmente as condições de utilização.

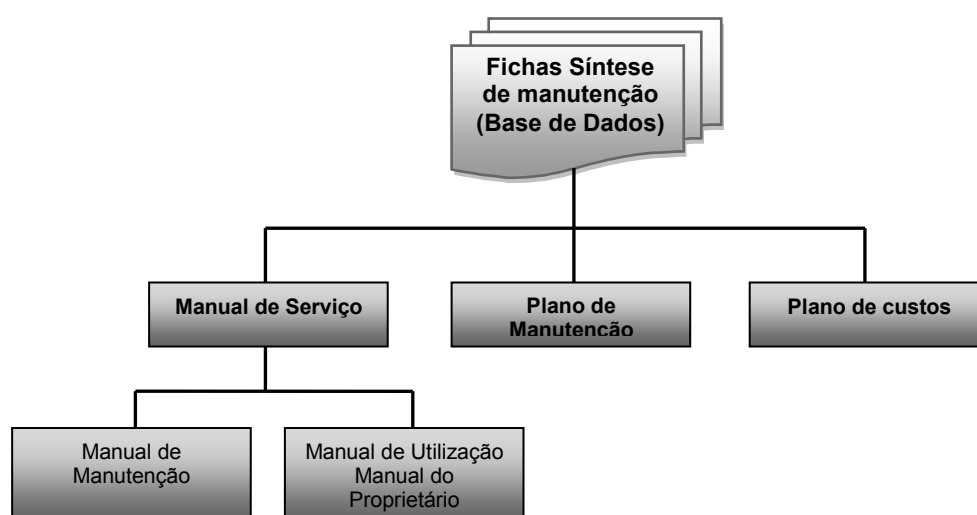



Fig.4.2 – Esquema organizativo da sequência de manutenção partindo da base de dados

Esta abordagem de manutenção, em que se tenta antecipar a resolução dos problemas, mesmo antes destes existirem, **manutenção preventiva**, contrasta com a **manutenção reactiva,** onde a actuação é só à posteriori do aparecimento do problema, tendo que primeiro detetar esse mesmo problema, depois realizar um diagnóstico, eliminar as causas, e finalmente executar as ações corretivas e proceder à monitorização. [14] A existência de uma base de dados vem antecipadamente fornecer a informação para o utilizar e técnico de manutenção efetuarem uma atuação precisa, pois já se encontram identificadas as principais falhas, quais as suas possíveis causas e ainda os procedimentos a levar a cabo. Essa base de dados pode e deve ser atualizada e complementada sempre que necessário, tendo em conta a existência de novas informações.

4.3. Ficha Síntese de Manutenção

As fichas síntese de manutenção que constituem a base de dados, realizaram-se tendo em conta os elementos constituintes de um sistema solar térmico. Esta metodologia teve em conta as diferenças nas operações de manutenção a realizar em cada um dos constituintes e dentro destes os materiais, tentando abranger o maior número de variáveis possível.

Na figura 4.3 apresenta-se o modelo da ficha síntese de manutenção, passando de seguida a descrever todos os campos para uma melhor compreensão.

No Anexo 3 encontram-se as fichas síntese de diversos componentes devidamente preenchidas.

Ficha síntese de manutenção (a): Colector Solar **Ref.ª** (b)

Ficha síntese de manutenção (a): Sistema de Circulação **Ref.ª** (b)

Ficha síntese de manutenção (a): Unidade de Controlo **Ref.ª** (b)

Ficha síntese de manutenção (a): Unidade de depósito (Acumulador) **Ref.ª** (b)

(c)

DADOS (d)
Morada
Localização GPS
Distância à costa
Orientação
Garantia Sim ☐ Não ☐
Contrato de manutenção Sim ☐ Não ☐
Ano de instalação

ACUMULADOR (e) Cobre ☐ Aço inox ☐ Aço esmaltado ☐ Aço vitrificado ☐
PERMUTADOR (l) De camisa ☐ De serpentina ☐

Operações (f)	Actuação (g)	Periodicidade (h)	Meios envolvidos (i)	Responsável (j)	Custos (k)
Inspecção					
Limpeza					
Medidas pró-activas					
Medidas correctivas					
Medidas de substituição					
Condições de utilização					

Observações (m)

Fig.4.3 – Ficha síntese de manutenção tipo

a) – Ficha síntese de manutenção

Diz respeito ao elemento fonte de manutenção em causa, que no âmbito desta dissertação se encontra dividido pelos constituintes do sistema solar térmico, a recordar: coletor solar; sistema de circulação; unidade de depósito; unidade de controlo e unidade de apoio.

A unidade de apoio não será aqui alvo de análise, uma vez que, para efeitos de manutenção, não foi considerada nesta tese.

b) – Referência

A pensar numa possível informatização, a referência identifica o nome do sistema de uma forma resumida, facilitando a entrada de dados no programa e a própria procura. Ou seja:

- Coletor solar
  - Coletor solar plano sem cobertura – Ref.ª **CS-SCob**
  - Coletor solar plano com cobertura – Ref.ª **CS-CCob**
  - Coletor solar CPC – Ref.ª **CS-CPC**
  - Coletor solar de tubos de vácuo - Ref.ª **CS-TVac**

- Sistema de Circulação
  - Sistema de circulação em Termossifão - Ref.ª **SC-TS**
  - Sistema de circulação em Circulação Forçada - Ref.ª **SC-CF**

- Unidade de depósito
  - Unidade de depósito aço esmaltado e aço vitrificado - Ref.ª **UD-AEV**
  - Unidade de depósito cobre e aço inox - Ref.ª **UD-CuInox**

- Unidade de controlo – Ref.ª **UC**.

c) - Foto do EFM

Para uma melhor visualização do elemento fonte de manutenção, insere-se neste espaço uma fotografia.

d) – Dados

Elementos acerca do elemento fonte de manutenção e onde este se encontra inserido, identificando a morada, localização GPS, distância à costa, orientação do coletor (mesmo não sendo este o elemento fonte de manutenção), se o EFM está dentro da garantia e se tem contrato de manutenção, finalmente o ano em que foi instalado.

e) - Tipo de coletor - tipo de sistema de circulação – tipo de unidade de depósito (acumulador)

No caso da ficha síntese de manutenção do coletor, aqui será identificado o coletor que se encontra instalado, se coletor sem cobertura, com cobertura, coletor CPC ou coletor de tubos de vácuo.

Na ficha síntese de manutenção do sistema de circulação, neste campo indicasse qual o tipo de circulação, se é em termossifão ou circulação forçada.

Na ficha síntese de manutenção da unidade de apoio (acumulador), este campo indicará o material em que este é feito, cobre, aço inox, aço esmaltado ou aço vitrificado.

f) – Operações

Deste campo constam seis procedimentos de manutenção: Inspeção; Limpeza; Medidas pró-ativas; Medidas corretivas; Medidas de substituição e Condições de utilização. Procedimentos estes, que se encontram descritos no ponto seguinte.

g) – Atuação

Este campo encontra-se afecto a cada procedimento, sendo descritas pormenorizadamente as tarefas a executar.

h) – Periodicidade

É estipulado neste campo a periodicidade dos trabalhos de manutenção a efetuar. A definição desses tempos entre manutenções deve ser o mais longo possível sem colocar em causa a funcionalidade do equipamento assim como das próprias manutenções futuras. Com base em contatos com fabricantes, fornecedores e instaladores, e na documentação facultada, estipularam-se os intervalos entre manutenções de acordo ainda com os contratos de manutenção tipo existentes em praticamente todo o setor. De uma forma geral a manutenção é efectuada anualmente, onde se dá especial atenção às chamadas peças de desgaste rápido.

i) – Meios envolvidos

Aqui são mencionados os meios e produtos necessários para a execução das tarefas de manutenção, como sejam equipamentos mais complexos ao alcance de técnicos especializados, ou a simples inspecção visual, à disposição de qualquer utilizador.

j) – Responsável

Campo destinado à identificação do responsável pelas tarefas de manutenção, podendo ser o utilizar ou o técnico responsável. Ao utilizar caberão tarefas mais simples e que se encontrem dentro dos seus conhecimentos e meios necessários, e ao técnico responsável caberão todas as tarefas que impliquem conhecimentos técnicos e/ou meios mais específicos, sendo que este técnico como já referido, deve possuir as devidas acreditações obrigatórias por lei.

k) – Custos

Neste campo constará o apurar do peso económico de cada tarefa de manutenção.

l) – Permutador

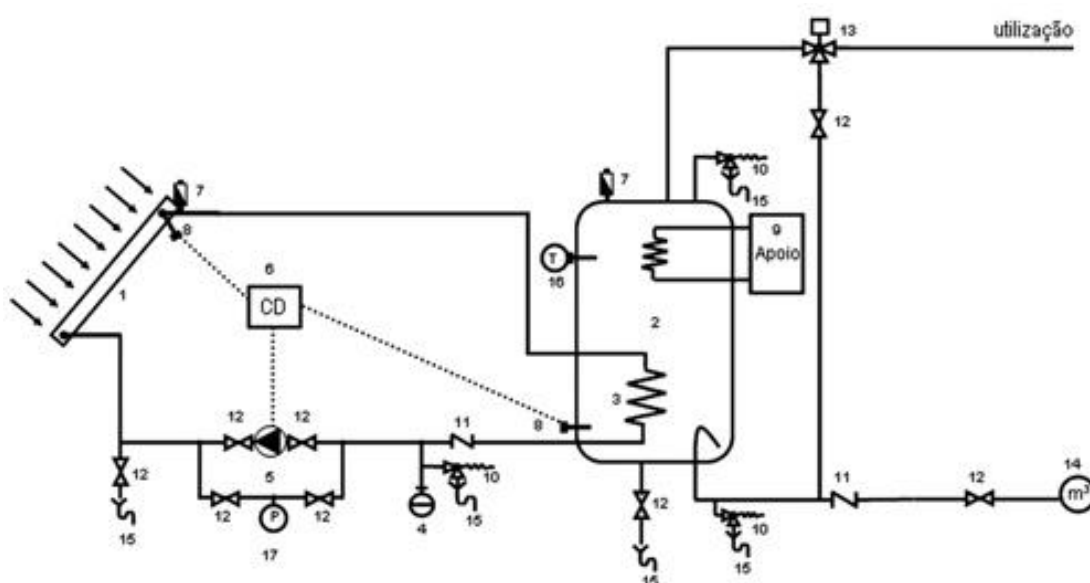
Na ficha síntese da unidade de depósito (acumulador), este campo definirá o tipo de permutador, de camisa ou serpentina.

m) - Observações

Disponibiliza-se este campo para acrescentar informação que não se encontre nos outros campos e que seja importante.

4.4. Descrição das Operações de Manutenção

A descrição das operações de manutenção não é mais do que, pormenorizar as tarefas ou procedimentos que se encontram associados à Inspeção, Limpeza, Medidas pró-ativas, Medidas corretivas, Medidas de substituição e Condições de utilização. Ressalva-se o facto de ao utilizador caberem os procedimentos mais simples, normalmente os de Inspeção, Limpeza e algumas Medidas pró-ativas, enquanto os restantes ficam a cargo de técnicos especializados.

A figura 4.4 apresenta um esquema genérico de uma instalação de um sistema solar térmico para compreensão imediata da localização dos diversos componentes.

Legenda:

1 - coletor solar; **2** - depósito de acumulação; **3** - permutador de calor; **4** - vaso de expansão; **5** - bomba circuladora; **6** - comando diferencial; **7** - purgador de ar; **8** - sonda de temperatura; **9** - energia de apoio; **10** - válvula de segurança; **11** - válvula de retenção; **12** - válvula de passagem; **13** - válvula misturadora; **14** - contador de água; **15** - esgoto sifonado; **16** - termómetro; **17** – manómetro

Fig.4.4 – Esquema genérico de uma instalação de um sistema solar térmico [49]

4.4.1. Inspeção

4.4.1.1. Inspeção visual

A inspeção visual pode ser efetuada pelo utilizador ou pelo técnico, identificando alguma anomalia esta deve ser tratada o mais urgente possível para evitar danos maiores. Esta inspeção visa aferir o comportamento do elemento fonte de manutenção (sistema solar térmico), nos seus vários componentes, durante a utilização.

Na inspeção visual realizada no componente **Coletor Solar,** há que ter em consideração os seguintes aspetos:

- Verificar se os vidros apresentam condensações, sujidade e picagens;
- Verificar se as juntas apresentam fissuramento, deformações e degradação;
- Verificar se o absorsor apresenta escamação de pintura, focos de corrosão, deformações e deposição de corpos estranhos;
- Verificar se a caixa apresenta deformações, oscilações, furos de respiro e drenagem;
- Verificar se as ligações aparentam a existência de fugas e oxidações;
- Verificar se existem parafusos com folga na estrutura de suporte;
- Verificar se os fios anti pássaros estão em perfeitas condições (caso existam);
- Verificar se a estrutura de suporte apresenta oscilações e oxidação.

No caso dos coletores de tubos de vácuo:

- Verificar se os tubos de vácuo apresentam sujidade e picagens;
- Verificar se as ligações no cabeçote ou câmara de irradiação apresentam fugas;
- Verificar o estado de conservação da pintura do cabeçote ou câmara de irradiação.

A inspeção visual a realizar nos **Sistemas de Circulação** passa por:

- Verificar se o isolamento da tubagem se encontra em bom estado de conservação;
- Verificar se a válvula de segurança se apresenta estanque;
- Verificar se a tubagem e uniões se encontram estanques não apresentando humidade ou fugas;
- Verificar o nível do líquido do sistema primário (tubagem entre o coletor e o depósito acumulador);

Nas **Unidades de Depósito**:

- Verificar exteriormente se o elemento apresenta fissuras, fugas ou oxidações ou outros sinais de corrosão;
- Verificar a existência de oxidações nas ligações (uniões);
- Verificar a presença de calcário;
- Verificar desgaste do ânodo de magnésio;
- Verificar se a resistência elétrica apresenta incrustações ou sujidade;
- Verificar se o permutador apresenta sinais de fugas ou oxidações;
- Verificar a acumulação de lodos no interior do acumulador.

Esta inspeção visual deve ser realizada com uma periodicidade semestral à exceção do nível do líquido do primário, da válvula misturadora e de todas as verificações a realizar nas unidades de depósito, que terão uma periodicidade anual. Os meios envolvidos são a observação visual e máquina fotográfica.

A verificação do nível do líquido de trabalho (liquido que circula na tubagem entre o coletor e o depósito acumulador, num sistema de circulação em termossifão observa-se a inexistência de uma circulação natural (por diferenças de densidade entre o quente e o frio), levando a que o sistema não produza água quente devido ao baixo nível de fluído, no entanto este pode não ser o único motivo. Deve portanto aceder-se ao depósito e com o sistema a frio (de preferência em dias sem sol, pois abrir um depósito pode ser como abrir uma panela de pressão ao lume), retirar o tampão da boca de enchimento (na figura 4.5 à esquerda) e verificar a quantidade de fluido solar, que deve encontrar-se cheio até ao topo. No caso do depósito não ter boca de enchimento então retira-se a válvula de

segurança (na figura 4.5 à direita) e efectua-se a verificação por este orifício. Num sistema de circulação forçada a verificação do fluído já não é visual.

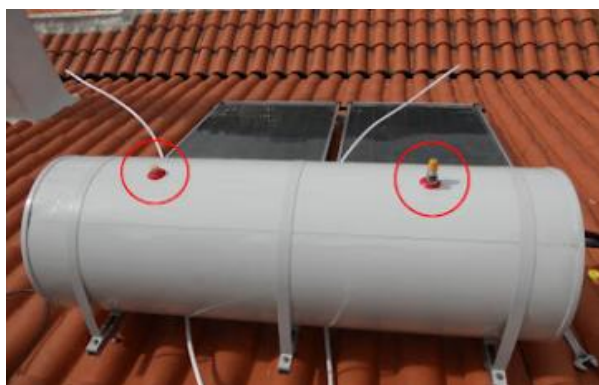



Fig.4.5 – Depósito, à esquerda boca de enchimento e à direita válvula de segurança [45]

Para verificar o desgaste do ânodo de magnésio, se a resistência eléctrica apresenta incrustações ou sujidade, se o permutador apresenta sinais de fugas ou oxidações e a acumulação de lodos no interior do acumulador, tem de se proceder ao esvaziamento do depósito, exceto em algumas marcas, que têm um indicador sobre o grau de degradação do ânodo de magnésio visível no exterior.

4.4.1.2. Inspeção métrica

Na inspeção métrica utilizam-se elementos de medição, como sejam réguas, termómetros, etc., e tem como objetivo verificar se um determinado parâmetro se encontra dentro dos respetivos limites.

Ao nível do **Coletor** devem realizar-se as seguintes inspeções:

- Verificar se existem parafusos com folga na caixa e estrutura de suporte.

O utilizador deverá efetuar esta verificação semestralmente com o auxílio de chave de parafusos e chave dinamométrica.

No **Sistema de Circulação** verifica-se metricamente:

- A pressão do vaso de expansão;
- O funcionamento do termostato.

Unidade de Depósito:

- Verificação de termostato;
- Verificar se o permutador se encontra a funcionar de forma eficaz.

Anualmente com sondas de temperatura e multímetro, o técnico registará a temperatura à entrada e saída do permutador.

Unidade de Controlo:

- Verificar o funcionamento das sondas.

Tarefa realizada anualmente pelo técnico com recurso a sondas de temperatura, multímetro, bomba de ar equipada com manómetro.

Realizada anualmente pelo técnico com o auxílio de bomba de ar equipada com manómetro, sondas de temperatura e multímetro.

Na figura 4.6 apresenta-se um manómetro de leitura de vasos de expansão, verifica-se se a pressão nele medida é a que se encontra no vaso.

Fig.4.6 – Manómetro de leitura de pressão [45]

No termostato com um multímetro verificam-se as continuidades e pontos de passagem, e com o termómetro comparam-se as temperaturas. No regulador do termostato pode rodar-se este, ouvindo um "clique" quando se ativa ou desativa o circuito. Aquando desse "clique" pode verificar-se a temperatura com a realmente medida no termómetro.

Verificar se o permutador se encontra a funcionar de forma eficaz, medindo as temperaturas nos dois circuitos e verificando se a transferência de calor está a realizar-se correctamente, ou medindo a temperatura à entrada e à saída do sistema.

4.4.1.3. Inspeção funcional

Este tipo de inspeção tem por missão aferir o desempenho prático para o qual o elemento foi concebido.

No **Sistema de Circulação**:

- Efetuar prova de pressão.
- Verificar o nível do líquido do sistema primário
- Verificação da válvula misturadora termostática (AQS), no máximo a 60ºC.

Esta prova de pressão deverá ser realizada pelo técnico responsável, de dois em dois anos, por meio de bomba de pressão e manómetro.

Unidade de Controlo:

- Verificar o controlo diferencial;
- Testar o funcionamento da bomba nas posições Ligado/Desligado/Auto;
- Testar o controlador programador verificando se o tempo de arranque e de paragem são os pretendidos.

Com periodicidade anual estas verificações devem ser realizadas pelo técnico.

A realização da prova de pressão verifica também o circuito à estanquidade. Na figura 4.7 apresenta-se um circuito solar com ligações para esvaziamento e enchimento. Com a válvula 4 devidamente

fechada, introduz-se liquido solar para o sistema pela válvula 1, elevando a pressão até 1,5 vezes a pressão nominal. Ao atingir essa pressão fecha-se a válvula 1 e aguarda-se durante algum tempo para verificar se não existem fugas, caso não existam então despressurizasse até à pressão nominal.

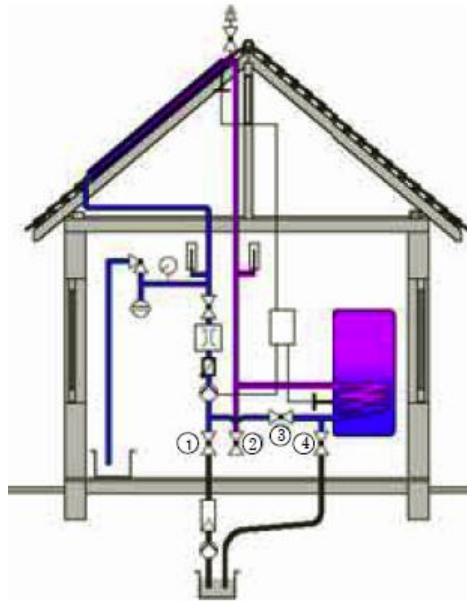



Fig.4.7 – Circuito solar com ligações para esvaziamento e enchimento [41]

Para o controlo diferencial os tempos de arranque e de paragem são estabelecidos em função das temperaturas pré-definidas. Quando T1-T2 > 5 a 6ºC então a unidade de controlo deverá dar ordens de arranque, quando T1-T2 < 2ºC as ordens serão de paragem, ver figura 4.8. Com as leituras das respectivas temperaturas efetua-se a verificação se o controlador executa as ordens de arranque e paragem de acordo com os limites estabelecidos.

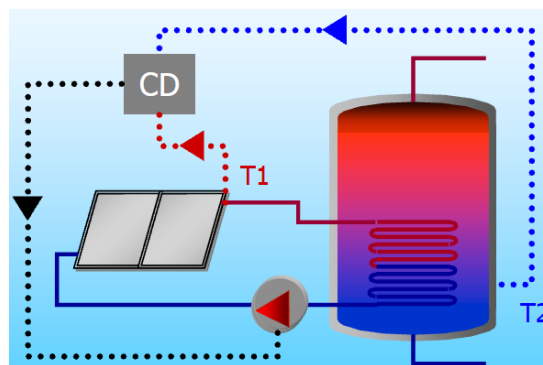



Fig.4.8 – Controlo diferencial [49]

No controlador dar instruções para ligar/desligar e colocar em auto a bomba, testando assim o seu funcionamento.

4.4.1.4. Inspeção laboratorial

Recorrendo a equipamento e técnicas muito específicas, terá que ser realizado por técnicos especializados em ambiente controlado. Os meios e técnicas utilizadas serão as indicadas para o tipo de verificação a realizar, fazendo parte do equipamento de laboratório.

Sistema de Circulação:

- Verificar a densidade e pH do fluido de circulação;

A verificar anualmente, esta inspeção é realizada por meio de uma pequena amostra de fluido térmico que é mergulhado em fitas tornassol, aguarda-se alguns segundos dentro do fluido e retira-se, verificando que existiu uma mudança de cor na tira. Compara-se essa cor com as existentes na caixa e sabe-se qual o nível de pH existente. Se o líquido for turvo ou escuro ou se o nível de pH for inferior a 5* então deve efetuar-se a substituição do fluido. Na figura 4.9 pode ver-se um kit composto por um recipiente de vidro e tiras de medição de pH.

* Verificar sempre as indicações dos fabricantes e fornecedores, existindo também literatura que indica que essa substituição deve ter lugar sempre que o pH for inferior a 7.

Fig.4.9 – Kit com tiras para medição de pH [43]

De verificar ainda que, sempre que a água utilizada não seja da rede de consumo, devem realizar-se ensaios à dureza, alcalinidade e existência de minerais.

4.4.2. LIMPEZA

A limpeza existente é apenas a chamada limpeza não-corrente ou técnica, pois não se aplica a limpeza corrente de higienização.

A atuação a levar a cabo no **Coletor Solar** passa por:

- Efetuar limpeza da tubagem do coletor (no caso dos coletores planos sem cobertura);
- Efetuar limpeza da cobertura do coletor;
- Efetuar limpeza dos tubos de vácuo (no caso de coletores de tubos de vácuo);

A periodicidade desta limpeza é semestral e pode ser realizada pelo utilizador/técnico. A limpeza da cobertura do coletor e dos tubos, no caso dos coletores sem cobertura e de tubos de vácuo, realiza-se com recurso a balde, água, líquido de limpeza neutro e pano ou vassoura de pelo. Esta tarefa ser executada com o máximo de cuidado de forma a não forçar nem quebrar a cobertura ou os tubos, deve ainda ter lugar logo pela manhã ou ao final do dia, quando a temperatura seja menor de modo a evitar um choque térmico.

Esta operação no **Sistema de Circulação** passa por:

- Efetuar limpeza do purgador;
- Limpar o isolamento da tubagem.

O primeiro deve ser realizado semestralmente pelo utilizador ou técnico e o segundo anualmente pelo utilizador.

Num purgador a tarefa a levar a cabo passa por exteriormente verificar o estado de degradação em que se encontra e caso seja necessário desobstruir a saída por meio de limpeza.

O isolamento da tubagem deve ser limpo com um pano húmido.

Na **Unidade de Depósito**:

- Proceder à limpeza do acumulador de possíveis lodos depositados no fundo;

Esta tarefa será realizada anualmente pelo técnico.

Para a limpeza do depósito acumulador deve proceder-se ao seu esvaziamento. Fecham-se as toneiras de entrada e saída, esvaziando o depósito pela troneira de esgoto. Pode ainda aproveitar-se para de seguida esvaziar o permutador do fluido, tendo em atenção a temperatura a que este possa encontrar-se. Com os dois elementos completamente vazios retiram-se quaisquer detritos ou lodos existentes e realiza-se de novo ao seu enchimento.

Na **Unidade de Controlo**:

- Efetuar limpeza do quadro elétrico;
- Efetuar limpeza dos interruptores e contadores;

O utilizador deve proceder a esta limpeza anualmente com um simples pano de pó.

4.4.3. MEDIDAS PRÓ-ATIVAS

Este tipo de medidas, visam manter o elemento fonte de manutenção com um bom desempenho ao longo da sua vida útil.

Como medidas pró-ativas temos os seguintes pontos relativos ao **Coletor Solar**:

- Efetuar diligências de forma a prevenir o sombreamento do coletor, exemplo, cortar vegetação;
- Aplicar na caixa e na estrutura de suporte produto químico anticorrosivo;
- Efetuar purga dos coletores para retirar o ar existente;
- Reapertar (caso seja necessário) as uniões entre as tubagens;
- Efetuar o reaperto do sistema de fixação;

As diligências de prevenção de sombreamento devem ser realizadas anualmente pelo utilizador assim como o reforço das juntas de estanquidade e a purga. O reaperto do sistema de fixação deve ser realizado dois em dois anos também pelo utilizador, e o reapertar de uniões entre as tubagens quando for necessário pelo técnico. A aplicação de produto anticorrosivo tem lugar três em três anos.

Para realizar a purga dos coletores, basta ativar manualmente o purgador abrindo-o de forma a este expelir o ar existente, quando começar a sair fluído fecha-se de imediato o purgador.

As medidas a ter em conta no **Sistema de Circulação** são:

- Manobrar a válvula de segurança para evitar que esta fique colada e calcifique;
- Efetuar o controlo de funcionamento do purgador, esvaziando o ar acumulado;
- Lubrificar e apertar a válvula de corte;
- Afinação do caudal e pressão do circuito solar;
- Adicionar anticongelante (glicol);
- Reapertar as uniões entre as tubagens.

O utilizador ou o técnico devem semestralmente manobrar a válvula de segurança e purgar o ar acumulado. O técnico deve com uma periodicidade anual lubrificar e apertar a válvula de corte, afinar o caudal e pressão do circuito solar e adicionar anticongelante. O reaperto das uniões será realizado pelo técnico quando este verifique essa necessidade.

Como se pode ver na figura 4.10 a válvula de segurança possui um manípulo preto em cima que rodando faz com esta dispare e entre em funcionamento. Quando se larga o manípulo ela tranca automaticamente voltando à posição normal.

Fig4.10 – Válvula de segurança [43]

A lubrificação da válvula de corte deve ser realizada com liquido lubrificante apropriado e o seu aperto manual ou com recurso a chave, no caso desta não ter manípulo, de forma a certificar de que esta está em condições de funcionamento e devidamente aberta permitindo a passagem do fluído.

Afinação do caudal e pressão do circuito solar. Por meio de uma bomba instalada na válvula 1 da figura 4.7 a seguir apresentada, mede-se a pressão existente no sistema, no caso de esta não se encontrar na pressão nominal, deve proceder-se à introdução de liquido térmico para fazer subir a pressão, ou retirar de forma muito lenta quantidade de fluido para fazer baixar até à pressão pretendida para o circuito.

Num sistema em termossifão deve acrescentar-se anticongelante (glicol) quando a circulação natural não se realiza, e portanto deixa de existir água quente, ou quando pela boca de enchimento se verifica que o circuito não está completamente cheio até ao topo. Assim, no depósito acumulador, com recurso a um funil adiciona-se muito lentamente deixando que à medida que o anticongelante (fluido) entra se dê a expulsão de ar existente no coletor.

Pode verificar-se o nível de concentração de glicol por meio de um refratómetro. Com uma pequena amostra coloca-se no refratómetro onde se verifica qual a temperatura que aquela concentração consegue suportar. Em Portugal a concentração de glicol deve ser tal que suporte até -14ºC, e portanto se no refratómetro a medição for inferior deve aumentar-se essa concentração.

Na **Unidade de Controlo**:

- Efetuar o aperto dos bornos dos interruptores e contadores.

A realizar anualmente pelo técnico.

4.4.4. Medidas corretivas

As medidas corretivas serão realizadas pelo técnico especializado, pois em muitos casos esta medida implica mesmo uma pequena substituição, o que devido à forte componente técnica desta matéria requer conhecimentos e meios muito específicos, à exceção de retoques de pintura na estrutura de suporte, por exemplo.

No **Coletor** deverá proceder-se do seguinte modo:

- Recuperar na estrutura de suporte, zonas que apresentem corrosão, limpando, lixando e pintando;
- Recuperar na caixa, zonas que apresentem corrosão, limpando, lixando e pintando;
- Condensações e humidade – Retirar a água existente e proceder à selagem da cobertura;
- Existência de fugas nas uniões – Proceder à reparação das uniões ou mesmo substituição;
- Substituição de juntas de estanquidade quando existam infiltrações;
- Substituição de cobertura quando esta apresente fissuras, picagens ou partida;
- Substituição do absorsor caso apresente elevado estado de degradação;
- Substituição de tubos quando estes apresentem fissuras, picagens, partidos ou quado deixem de estar em vácuo (no caso de coletores de tubos de vácuo);

Realizadas quando se torne necessário, apenas a recuperação da estrutura de suporte ficará a cargo do utilizador, todas as outras ações deverão ficar sob a alçada do técnico.

Uma solução para tratar as zonas que apresentem corrosão é a pintura criando uma barreira protetora após a realização das seguintes etapas. Limpeza da superfície afetada com escova e solventes, aplicação de lixa e nova limpeza, aplicação de um primário para garantir a aderência e finalmente pintura.

As condensações e humidades no coletor são causadas por uma falha na selagem deste, entrando ar que o aquecimento vai condensar. Para corrigir esta situação realizam-se dois furos, um na base do coletor e outro no topo, fazendo com que a condensação (água) saia. Após o coletor estar "limpo" selam-se os dois furos por meio de soldadura devidamente tratada, e corrigem-se as vedações entre a cobertura e a caixa.

Para correção de fugas nas uniões, deve interromper-se a circulação na zona afetada, e averiguar o estado da união, caso seja uma questão de vedação, deve limpar-se o acessório retirando os detritos existentes e reforçar a vedação com linho e massa e apertar devidamente o acessório. No caso deste se encontrar bastante degradado não garantindo a estanquidade então deve proceder-se à sua substituição.

Substituição de juntas de estanquidade quando existam infiltrações, deve descolar-se a cobertura com uma espátula ou faca para retirar o silicone existente. Verificar o estado das juntas de estanquidade e substituir as que se encontrem desgastadas ou com falhas e não garantam a estanquidade. Após colocação das juntas coloca-se de novo a cobertura com silicone.

No caso da cobertura se apresentar partida, com picagens ou fissuras a sua substituição deve ser realizada o mais rapidamente possível de forma a não danificar os restantes elementos do coletor. Deve remover-se o silicone das arestas da cobertura com uma espátula ou faca afiada, remover o vidro e limpar toda a zona de encaixe da presença de detritos. Colocar a cobertura na zona de encaixe tendo sempre em atenção as juntas de estanquidade e aplicar de novo o silicone ao longo de todo o perímetro da cobertura e deixar secar.

As imagens 4.11 e 4.12 demonstram a sequência da tarefa de substituição de uma cobertura.

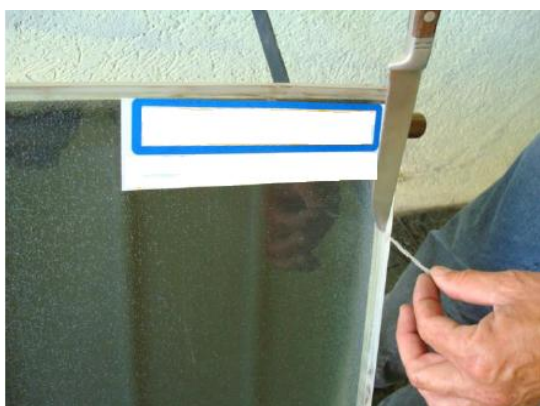



Fig.4.11– Retirar de silicone Fig.4.12 – Colocação da cobertura com silicone [61]

Como se trata de um elemento metálico, o absorsor pode apresentar corrosão e a pintura seletiva "descascar". Um dos elementos mais importantes num coletor, este deve encontrar-se em perfeitas condições de utilização. A sua substituição implica retirar a cobertura, como já explicado anteriormente e antecipadamente esvaziamento do chamado circuito primário, ou seja da tubagem onde circula o fluído térmico, uma vez que este circula nos tubos soldados à placa absorsora. Cuidado na manipulação do fluido térmico devido às temperaturas elevadas que este atinge podendo provocar queimaduras.

A substituição de tubos de vácuo quando estes apresentem fissuras, picagens, partidos ou quado deixem de estar em vácuo, não implica a paragem do sistema solar térmico, sendo substituído facilmente como uma qualquer lâmpada por encaixe.

Relativamente ao **Sistema de Circulação** as medidas de corretivas passam por:

- Isolamento danificado – Substituição de isolamento;
- Fugas nas uniões da tubagem - Substituir as uniões;
- Fugas nas vedações - Substituir as vedações;
- pH<5* - Substituir o fluido de circulação;
- Fugas ou mau funcionamento da válvula de segurança – Substituição da válvula de segurança;

- Fugas ou mau estado de conservação da tubagem – Substituição da tubagem.
- - Fugas ou avaria bomba de circulação – Substituição de bomba
- - Fuga no vaso de expansão – Substituição do vaso de expansão

A realizar pelo técnico quando necessário.

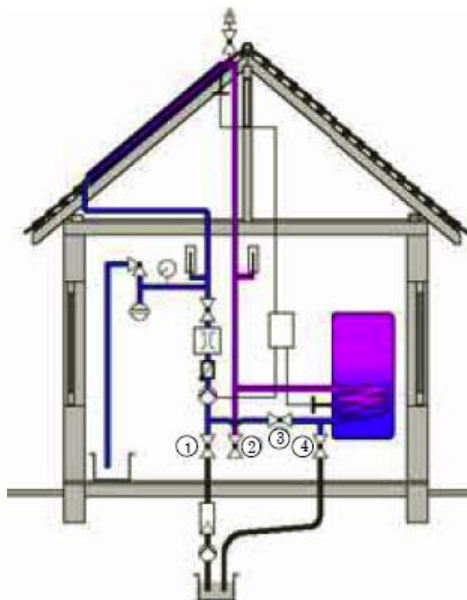



Fig.4.13 – Circuito solar com ligações para esvaziamento e enchimento [41]

Indiretamente, a verificação do pH identifica o nível de proteção contra a corrosão a que o fluido térmico se encontra. Com fitas de papel tornassol numa pequena amostra de líquido afere-se o valor de pH, que se for menor que 5 (atenção que este valor depende da indicação do fabricante) deve substituir-se o fluido de circulação. Para isso retira-se todo o fluido existente, tendo em atenção que esta tarefa deve ter lugar com o fluido frio sob pena de poderem dar-se queimaduras. Ao longo desta operação o coletor deve ser protegido com um elemento opaco para que não aqueça sem a presença do fluido térmico, sendo retirada a proteção apenas quando todo o circuito se encontre de novo cheio e devidamente purgado. O novo fluido térmico é inserido por meio de bombagem pela torneira 1 para o interior do circuito. Nesta altura o purgador da bomba circuladora deve encontrar-se aberto assim como os restantes purgadores. O enchimento só é interrompido quando pelos purgadores sair líquido térmico, procedendo ao fecho imediato destes e adequando a pressão existente à do sistema, ligando e desligando a bomba várias vezes efetuando a sua purga para a expulsão de ar. Se com esta expulsão a pressão cair, então acrescenta-se mais fluido. No caso do sistema em termossifão o enchimento do fluido térmico faz-se com a ajuda de um funil no depósito acumulador, de forma muito lenta para permitir que ao mesmo tempo que o líquido entra se dê a saída do ar existente no interior.

O procedimento de substituição da válvula de segurança ou da tubagem passa sempre por um esvaziamento do sistema e consequente troca de fluido, pelo que os procedimentos são os já descritos anteriormente, com reforço de atenção para os materiais aplicados que devem ser iguais aos já existentes e para as zonas de uniões onde estas se devem encontrar em perfeitas condições sem qualquer tipo de fuga.

Unidade de Depósito e medidas corretivas:

- Efetuar a troca da resistência do depósito acumulador quando esta queimar;
- Procede à substituição do termostato quando este não leia a temperatura ou leia erradamente;
- Substituir o depósito acumulador quando se veriquem fissuras ou estado de degradação avançado, quer no próprio depósito ou no permutador.

A realizar pelo técnico quando necessário.

Para trocar a resistência do depósito acumulador desliga-se a corrente elétrica, esvazia-se o depósito um pouco abaixo da altura da resistência, retira-se a resistência com chave adequada e instala-se a nova de acordo com as especificações do depósito, vedando as roscas com linho e massa impermeabilizante. Enche-se de novo o depósito e verifica-se a existência de eventuais fugas, caso não existam pode religar-se o disjuntor.

Quando tenha que se efetuar a substituição do termostato, deve desligar-se a corrente elétrica e desconectar os cabos. Retirar o termostato e substituí-lo tendo em conta as vedações, pode existir uma junta elástica que deverá ficar bem centrada. Apertar bem o termostato e voltar a ligar a corrente elétrica.

A substituição do depósito acumulador implica a paragem completa de todo o sistema, seu esvaziamento o que já foi anteriormente abordado.

4.4.5. MEDIDAS DE SUBSTITUIÇÃO

Estas medidas, como o próprio nome indica, visam a troca de algum componente ou mesmo de todo o elemento, mas numa perspetiva perfeitamente definida no tempo, ou seja, com uma periodicidade conhecida pelos técnicos especializados que a irão realizar.

As medidas de substituição a realizar num **Sistema de Circulação** são:

- Substituição do fluido de circulação ou fluído de trabalho;

A periodicidade definida nesta tarefa é de cinco em cinco anos, no entanto o técnico deve verificar sempre as indicações dos fabricantes e fornecedores.

Na **Unidade de Depósito**:

- Substituir o ânodo de magnésio;

A periodicidade definida foram dois em dois anos, mas tal como no anterior o técnico deve verificar sempre as indicações dos fabricantes e fornecedores.

Encontra-se no depósito acumulador e pode existir apenas um ou dois, em cima e em baixo, ver figura 4.14 com as possíveis localizações. Existem depósitos que possuem um mostrador indicando qual o nível de degradação em que o ânodo se encontra, como já foi referido anteriormente. Mas naqueles onde esse indicador não exista tem que se observar o ânodo para conferir o seu estado.

As imagens da figura 4.15 demonstram exemplos do seu estado de degradação.

Fig.4.14 – Localização do ânodo de magnésio no depósito acumulador [43]

Fig.4.15 – Desgaste do ânodo de magnésio [43], [62]

Quando o ânodo se encontre no cimo do depósito, basta retirar-lhe a pressão para se poder aceder, mas nos casos em que se encontre no fundo então aí, já tem que se esvaziar o depósito acumulador, preferencialmente quando este se encontre frio. De seguida é só retirar o ânodo, limpar bem a zona onde este se encontrava mais especificamente a junta eliminando quaisquer detritos, e colocar o novo ânodo, pode ter que se utilizar massa impermeabilizante. Enche-se de novo o depósito e verifica-se a estanquidade antes de restabelecer a corrente elétrica.

4.4.6. Condições de utilização

Trata-se de alertar ou criar consciência nos utilizadores de quais as ações a ter em conta ou a evitar de forma a prolongar a vida útil do elemento, informando de como efetuar uma utilização correta.

No caso dos **Coletores** solares deve-se:

- Evitar choques e pancadas suscetíveis de danificar o coletor;
- No caso de não utilização prolongada (exemplo férias) deve proteger-se o coletor com um elemento opaco que impeça a absorção de radiação.

No **Sistema de Circulação**:

- Em dias de muito calor, abrir a água quente a fim de esta se renovar na tubagem.

As condições de utilização enunciadas nas fichas síntese de manutenção dos elementos componentes de um sistema solar térmico, encontram-se compiladas nas chamadas Condições Técnicas de Utilização. Para além destas devem ainda consultar-se as designadas condições gerais de utilização que se passam a enunciar e que juntamente com as anteriores, fazem parte do Manual do Utilizador.

Condições Técnicas de Utilização de um Sistema Solar Térmico [60]

- Após a instalação evite consumir água quente nos dois primeiros dias após o arranque, mesmo que sejam dias com bastante sol, assim obterá uma boa “rodagem” do equipamento;
- Evitar choques e pancadas susceptíveis de danificar o coletor;
- No caso de não utilização prolongada (exemplo férias) deve proteger-se o coletor com um elemento opaco que impeça a absorção de radiação;
- Após ausência prolongada deve efectuar-se a substituição da água pois esta pode não ter as características adequadas;
- Em dias de muito calor, abrir a água quente a fim de esta se renovar na tubagem;

Condições Gerais de Utilização de um Sistema Solar Térmico

- Caso a dureza da água seja elevada deve instalar-se um filtro adequado na entrada do sistema;
- Se a pressão da água for superior a 6 bar, então deve colocar-se uma válvula redutora de pressão;
- O sistema solar térmico é dimensionado para um determinado consumo de referência (40 litros por pessoa por dia), e sempre que este é excedido o sistema não tem capacidade imediata de resposta;
- As cabeças de chuveiro devem ser misturadoras de ar;
- As torneiras devem ser misturadoras (mono-comando);
- Recomenda-se a instalação de válvula misturadora termostática evitando temperaturas altas;
- Substituir o banho de imersão por banho de duche;
- Abra primeiro a torneira na água quente até esta sair quente;
- Após sair água quente diminua o caudal desta e rode para a água fria até encontrar a temperatura ideal;
- Faça uma utilização racional da água, fechando a torneira quando esta não estiver a ser necessária;
- Aconselha-se que o tempo de um banho em duche não exceda os 10 minutos.

4.5. Condições de Segurança na Manutenção

É sabido que os acidentes de trabalho mortais no setor da construção representam a maior fatia a nível nacional. Em 2010 num total de 130 mortos, 55 deram-se na construção, e desse total 47 tiveram origem em causa comum, quedas em altura. [63]

O conhecimento destes números, justificam uma abordagem à questão da segurança nos trabalhos de manutenção técnica de sistemas solares térmicos.

Partindo de um princípio em que, praticamente todos os sistemas solares se encontram instalados numa cobertura, os riscos de quedas em altura são os mais pertinentes. É por conseguinte importante conhecer as condições da cobertura e robustez dos seus elementos principalmente quando não são novos.

Nos telhados planos os trabalhadores podem cair do bordo do telhado, de aberturas, fendas ou claraboias frágeis, é necessário portanto adotar medidas para estes e outros casos que constituam perigo de queda. Nos telhados inclinados esse perigo existe nos beirais, no escorregamento pelo telhado transpondo os beirais, internamente através do telhado. Nestes casos as proteções a instalar devem se suficientemente resistentes a fim de suster o peso de uma pessoa contra ela. [64]

Em telhados já antigos os cuidados a ter revestem-se ainda de mais importância, pois para além dos perigos já inerentes existem outros que resultam do estado de conservação e robustez dos elementos. Assim, o utilizador deve conhecer bem o estado do seu telhado, e transmiti-lo aos técnicos de manutenção. Caso ache necessário deve solicitar um técnico especializado para uma verificação. [64]

No caso especifico da manutenção, trata-se de tarefas que por norma não são muito demoradas, e por isso a tendência para relaxar quanto às medidas de segurança é grande. Existe sempre quem diga "é só subir e descer, não demora nada". Pois bem, as medidas de segurança destinam-se a eliminar ou controlar os perigos existentes, sendo a escolha dessas mesmas medidas dependente das tarefas, do numero de trabalhadores expostos e também do tempo de exposição, garantindo sempre um grau de eficácia máxima.

Os perigos mais frequentes nos trabalhos de manutenção de sistemas solares em telhados são [65]:

- Queda de pessoas a nível diferente;
- Queda de pessoas ao mesmo nível;
- Queda de objetos;
- Sobre esforços ou posturas inadequadas,
- Entaladela por objetos;
- Marcha sobre objetos.

Para estes casos as medidas de prevenção aconselhadas são [65]:

- Avaliação prévia do estado de conservação e robustez do telhado;
- Planeamento dos trabalhos (materiais e equipamentos necessários, definição de trajetos de circulação, necessidade de instalar equipamentos de proteção e sua definição);
- Montagem e utilização de equipamentos de proteção coletiva ou individual;
- Instalação de acesso adequado, por exemplo escada devidamente ancorada,
- Não circular junto dos beirais;
- Não aplicar cargas nos beirais e algerozes;
- O trabalho deve ser suspenso quando existirem más condições climatéricas, ventos superiores a 40kM/h e chuva intensa;
- A zona de trabalhos deve encontrar-se limpa e isenta de detritos,
- Não devem ser executados trabalhos em telhados com linhas elétricas aéreas a menos de 5 m. Nestes caso deve solicitar-se ao dono da linha o corte de energia.

No que respeita a equipamentos de proteção contra quedas em altura existem vários, sejam eles equipamentos de proteção coletiva (EPC) ou de proteção individual (EPI). Ditam as leis que se dê prioridade aos equipamentos de proteção coletiva, pois protegem de igual modo todos os

trabalhadores. Quando não seja tecnicamente possível ou quando a duração da tarefa seja curta e envolva um numero reduzido de trabalhadores, então opta-se por um equipamento de proteção individual.

Apesar, de como já foi referido, existirem diversos equipamentos de proteção, serão aqui abordados apenas os que se enquadram mais para a manutenção dos sistemas solares, os **guarda corpos** como EPC e **arnês** como EPI.

4.5.1 GUARDA CORPOS

Estes equipamentos são dos mais utilizados na prevenção de quedas em altura, de fácil execução e baixo custo, esta medida evita a queda do trabalhador o que é uma vantagem perante outros equipamentos. Mais indicado para telhados planos ou com pouca inclinação, pois muito embora proteja todos os trabalhadores não ampara a queda que se dá em telhados mais inclinados.

Constituintes dos guarda corpos [66]:

- Guarda corpos;
- guarda corpos intermédio;
- rodapé.

Na figura 4.16, pode ver-se uma imagem dos guarda corpos, que devem ter de dimensões mínimas 15 x 2 cm e ser colocados a uma altura mínima de 1 m acima do pavimento, sendo que o vão imediatamente abaixo não pode ser superior a 85 cm. [66]. Devem ser instalados em toda a zona de trabalhos não deixando nenhuma abertura por onde possa passar uma pessoa, nomeadamente nas zonas de fechos de cantos. Os elementos devem ser robustos, sendo regularmente inspecionados e não devem de forma alguma servir de apoio para realização de tarefas, ou retirados a fim de cumprirem outras funções.

Fig.4.16 – Guarda corpos [66]

Caso não se pretenda efetuar a montagem de guarda corpos sempre que se realizam manutenções, pode optar-se por uma solução definitiva, delimitando na cobertura a zona de trabalhos com guarda corpos definitivos.

4.5.2 ARNÊS

A figura 4.17 apresenta um equipamento de proteção individual, arnês. Este dispositivo deve ser utilizado de forma a impedir a queda livre do trabalhador de uma altura superior a 1,5 m. Protege apenas o trabalhador que o está a envergar e pode ser usado em telhados planos e inclinados.

Um sistema anti queda é constituído por [65]:

- Arnês - elemento de suporte do corpo;
- Corda de sujeição ou amarração - elemento de amarração que liga o arnês ao ponto de ancoragem;
- Amortecedor - também conhecido por paraquedas, para alturas superiores a 1,5 m, com dispositivo de absorção de energia de queda;
- Acessórios - mosquetões, fivelas, cintos, etc. metálicos que fazem as ligações entre os diferentes elementos.

O ponto de ancoragem deve ser rígido (viga, madre) e capaz de suportar 1500 DaN, sem apresentar deformações e de sempre que possível, encontrarem-se a um nível superior do trabalhador. Não deve ser acrescentado ou as suas peças alteradas, sendo armazenado em local limpo e seco. Deve ainda periodicamente ser sujeito a inspeções. [65]

Sempre que um equipamento anti queda tenha cumprido com as suas funções, evitando que um trabalhador sofresse uma queda, não deve ser de novo utilizado antes que seja realizada uma inspeção/verificação e teste de todos os seus elementos.

Fig.4.17 – Utilização de Arnês [66]

No Anexo 4 encontra-se uma a Ficha de procedimento de segurança de trabalhos de manutenção de sistemas solares instalados em telhados.

4.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Este repositório de informação constituído pelo conjunto de fichas-síntese de manutenção, foi construído com base em documentação técnica da especialidade assim como em contatos com fabricantes, fornecedores e instaladores. Não foi de todo tarefa fácil, devido à falta de informação ainda existente, uma vez que se trata de uma matéria relativamente recente e por isso sem grandes registos históricos. No entanto, são já conhecidos alguns problemas típicos destes sistemas e que foram a base para o desenvolvimento deste trabalho.

Envidaram-se assim, todos os esforços de forma a responder o mais pormenorizadamente a todos os campos das fichas, desde a descrição de cada elemento, tendo em conta as diferentes soluções,

materiais, etc., as periodicidades definidas, os meios afetos, o responsável pela execução e todos os custos que lhes estão associados. Salientam-se as condições de utilização, quer as técnicas , quer as gerais, de extrema importância para que o utilizar contribua para o aumento da vida útil do EFM e ainda as condições de segurança referentes à manutenção de sistemas solares térmicos instalados em telhados.

Desenvolveram-se formas de atuação para a maioria das tarefas, nomeadamente para aquelas que se apresentam mais técnicas, descrevendo passo a passo e com algum suporte de imagens, tentando abranger o leque de situações mais comuns para os diferentes componentes de um sistema solar térmico.

O fundamental do presente capítulo foi a abordagem ao tema, que muito embora seja bastante técnico, apresenta-se aqui de forma clara ao comum utilizador.

5
APLICAÇÃO PRÁTICA DO PROCEDIMENTO

5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O presente capítulo apresenta a aplicação prática dos procedimentos de manutenção, com base no Cap. 4 Metodologia de Manutenção Técnica. Recorrendo das fichas síntese de manutenção que formam a base de dados, desenvolvem-se e implementam-se os documentos que daí emergem, são eles o Manual de Serviço, constituído pelo Manual de Manutenção e Manual de Utilização, o Plano de Manutenção e o Plano de Custos.

Pretende-se que o Manual de Manutenção seja um instrumento para técnicos especializados, onde se descrevem operações especializadas a realizar, a sua periodicidade e quais os meios envolvidos. Por sua vez o Manual de Utilização tem como público-alvo o próprio utilizar, descrevendo as operações que devem realizar, a sua periodicidade e os meios necessários, sendo que estes devem encontrar-se ao alcance de qualquer utilizador_Para além disso, este manual especifica as condições de utilização, com especial pormenor para o que não deve ser feito e as medidas a tomar, de forma a prolongar o tempo de vida útil do EFM. Estes dois manuais apresentam-se com informação de forma clara, simples e objetiva.

O Plano de Manutenção define no tempo as operações de manutenção a levar a cabo por técnicos especializados e pelo utilizador, e o Plano de Custos define também no tempo os encargos com essas operações de manutenção.

Para o emprego destas metodologias escolheu-se um sistema solar térmico de aquecimento de águas quentes sanitárias, instalado numa moradia unifamiliar. Com os conhecimentos teóricos assimilados, e os conhecimentos técnicos sobre sistemas solares térmicos bem explorados irá realizar-se esta aplicação prática, retirando dela uma aprendizagem que certamente será útil para futuro.

5.2. IDENTIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO

Como já foi referido no capítulo anterior, a aplicação prática de manutenção incidiu num sistema solar térmico com sistema em termossifão instalado numa moradia unifamiliar.

Trata-se de uma moradia isolada, de construção datada de 1984, localizada na R. Alheira D'Aquém, Freguesia de Pedroso, Concelho de Vila Nova de Gaia, com as coordenadas GPS latitude 41.080313 longitude -8.54.22.99 como se pode ver na figura 5.1, implantada à cota 85m e a uma distância da costa de 9642m, e o alçado principal encontra-se orientado a Poente. O sistema solar térmico foi instalado juntamente com um sistema solar fotovoltaico em 2011, encontrando-se orientado a Sul.

O edifício de construção tradicional, estrutura porticada, lajes aligeiradas, alvenarias exteriores duplas de tijolo furado com caixa-de-ar e isolamento térmico, caixilharias metálicas de alumínio e vidro simples. Cobertura inclinada de duas águas, com vigas e ripas de betão, acabamento em telha de betão. Constituída por cave, rés-do-chão e andar, possui na cave uma adega, arrumos e instalação sanitária, no rés-do-chão encontra-se a cozinha, sala, escritório e instalação sanitária, finalmente no andar localizam-se três quartos e uma instalação sanitária. O acabamento das paredes exteriores é reboco com pintura pelo exterior e interior, os pavimentos na cozinha, sala e instalações sanitárias são em material cerâmico e nos quartos em madeira maciça colada, na cave não possui qualquer acabamento.

Fig.5.1 – Localização do edifício

Na figura 5.2 apresenta-se uma fotografia da moradia e a planta da cobertura.

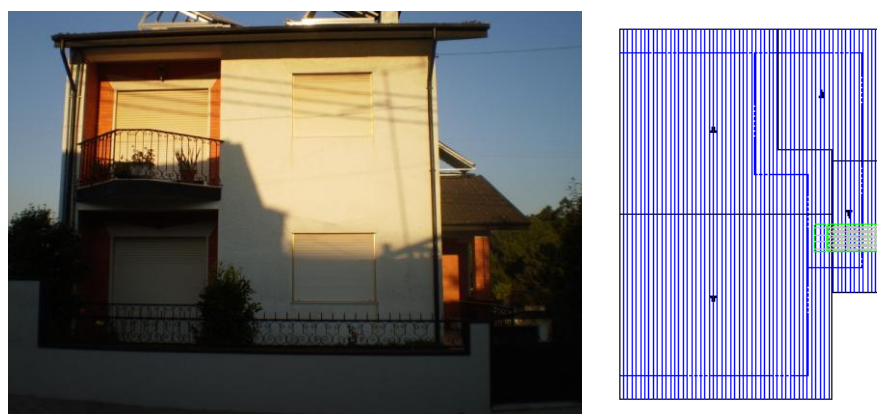



Fig.5.2 – Fotografia da moradia e planta da cobertura

5.3. Identificação do Elemento Fonte de Manutenção – Sistema Solar Térmico

O elemento fonte de manutenção escolhido e já referido anteriormente, é um sistema solar térmico para aquecimento de águas quentes sanitárias. Sistema em termossifão, instalado na orientação Sul numa estrutura de suporte metálica devido à orientação da água do telhado que é Poente, como se pode verificar na fotografia apresentada na figura 5.3.

Fig.5.3 – Fotografia do elemento fonte de manutenção - sistema solar térmico

O kit modelo Oliclima Natural a 150, é constituído por um acumulador de 150 litros, coletor solar em alumínio seletivo com 2,0m^2, estrutura de suporte, válvulas de segurança, tubagens de ligação e restantes acessórios. [67]

Características principais:

- Kit de instalação standard;
- Acumulador esmaltado a 860º e duplo ânodo de magnésio;
- Isolamento em poliuretano;
- Capa externa livre de soldadura;
- Isolamento interno mediante injecção de espuma de alta densidade;
- Sistema de fixação adaptável a cobertura plana ou inclinada. [67]

Dimensões (ver quadro 5.1) [67]

Quadro 5.1 – Dimensões do kit solar

Modelo	A 150
Altura total (A)	1950 mm
Profundidade (B)	1800 mm
Comprimento (C)	1000 mm
Comprimento total (D)	1030 mm

Verificar este quadro com a figura 5.4 onde se apresentam as dimensões. [67]

Fig.5.4 – Dimensões do kit solar [67]

Coletor

Ver características no quadro 5.2. [67]

Quadro 5.2 – Características do kit solar

Modelo	Descrição do produto	Certificações
Coletor Oliclima Oli 2m2	Coletor solar vertical em alumínio seletivo de 2,0m^2	

Na figura 5.5 apresenta-se o esquema de constituição do coletor aqui descrito:

1. **Caixa** – Alumínio;
2. **Isolamento lateral** – Lã de vidro com 2mm, densidade 40Kg/m^3;
3. **Tubos de cobre** – Colector Ø22 × 0,8mm, distribuidores Ø0,8 × 0,5mm;
4. **Isolamento posterior** – Lã de rocha com espessura de 40mm, densidade 40Kg/$m^{3;}$
5. **Chapa posterior** – Alumínio zincado;
6. **Absorsor** – Alumínio selectivo;
7. **Vidro** – Temperado com espessura de 4mm. [67]

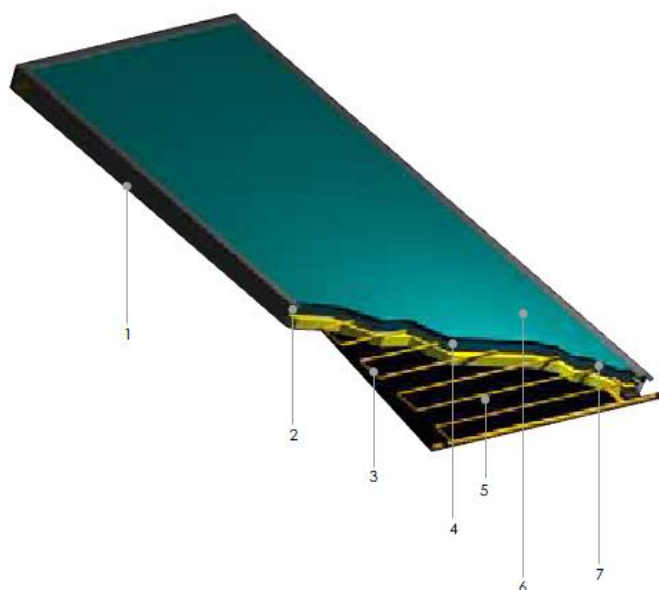



Fig.5.5 – Constituição do coletor

No quadro 5.3 e figura 5.6 apresentam-se as dimensões e características do colector. [67]

Quadro 5.3 – Características e dimensões do coletor

Modelo	**OLI 2m^2**
Peso	45 Kg
Área total	2,15m^2
Área útil	1,92m^2
Rendimento	81,.7%
Temperatura de estagnação	193ºC
Capacidade do coletor	1,2 Litros
Dimensões	
A	1050 mm
B	2050 mm
C	89 mm

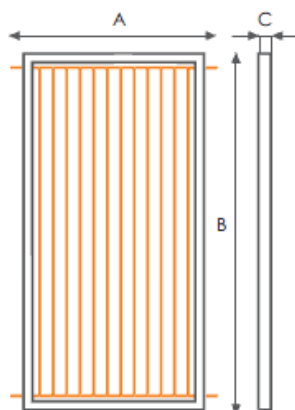



Fig.5.6 – Dimensões do coletor [67]

Acumulador

A figura 5.7 apresenta o acumulador do presente kit termossifão instalado. Com permutador de camisa apresenta-se na horizontal sendo o seu interior em aço vitrificado com posterior revestimento com isolamento de 40mm. [67]

Fig.5.7 – Acumulador termossifão [67]

Características principais [67]:

- Depósito esmaltado e duplo ânodo de magnésio;
- Material depósito exterior – Galvanizado pintado;

No quadro 5.4 apresentam-se as características técnicas do acumulador. [67]

Quadro 5.4 – Características técnicas do acumulador

Modelo	OLI 2m^2
Capacidade	145 litros
Pressão máxima	10 bar
Pressão de serviço	6 bar
Temperatura máxima	94ºC
Espessura do isolamento em poliuretano	40 mm
Capacidade do permutador de calor	9,52 litros

5.4. Manual de Serviço – Manual de Manutenção e Manual de Utilização

O manual de manutenção, expõe as operações a realizar, sua periodicidade e os meios envolvidos. Este manual destina-se a ser utilizado por técnicos especializados.

Com apresentação igual ao manual anterior, o manual de utilização destina-se a ser manuseado pelo utilizador, de onde receberá a informação sobre as operações de manutenção a levar a cabo, a periodicidade e os meios necessários. Pormenoriza ainda as chamadas Condições Técnicas e Gerais de Utilização de Sistemas Solares Térmicos.

Os manuais apresentados identificam no cabeçalho qual o tipo de colector solar, qual o sistema de circulação, se termossifão ou circulação forçada e o material da unidade de depósito (acumulador), seguem-se as operações de manutenção a executar e os meios envolvidos. A sua organização é por ordem crescente de prioridade, ou seja, primeiro surgem as operações a realizar “quando necessário” depois “de 6 em 6 meses ou semestral” e assim sucessivamente, indica-se então a operação a realizar.

Foi com base nas fichas síntese do coletor solar (que podem ser consultadas no Anexo 5), do sistema de circulação e da unidade de depósito que se realizaram ambos os manuais, ilustrados na figura 5.8.

MANUAL DE UTILIZAÇÃO

Coletor solar		Sistema de circulação		Unidade de depósito		Unidade de controlo
S/cobertura	□	Termossifão	□	Cobre	■	□
C/cobertura	■	Circulação forçada	□	Aço inox	□	□
CPC	□			Aço esmaltado		■
T. de vácuo	□			Aço vitrificado		□

MANUAL DE MANUTENÇÃO

Coletor solar		Sistema de circulação		Unidade de depósito		Unidade de controlo
S/cobertura	□	Termossifão	■	Cobre	□	
C/cobertura	■	Circulação forçada	□	Aço inox	□	
CPC	□			Aço esmaltado	■	
T. de vácuo	□			Aço vitrificado	□	

Operações de manutenção a executar	Meios envolvidos
Quando necessário	
Coletor solar	
▪ Reapertar (caso seja necessário) as uniões entre as tubagens	▪ Chaves de aperto
▪ Recuperar na caixa, zonas que apresentem corrosão, limpando, lixando e pintando	▪ Escova, lixa, pincel, tinta
▪ Condensações e humidade – Retirar a água existente e proceder à selagem da cobertura	▪ Linho e massa impermeabilizante, chaves de aperto
▪ Existência de fugas nas uniões – Proceder à reparação das uniões ou mesmo substituição	▪ Uniões, linho e massa impermeabilizante, chaves de aperto
▪ Substituição de juntas de estanquidade quando existam infiltrações	▪ Juntas de estanquidade
▪ Substituição de cobertura quando esta apresente fissuras, picagens ou partida	▪ Cobertura, espátula ou faca, silicone
▪ Substituição do absorsor (placa absorsora) caso apresente elevado estado de degradação	▪ Absorsor, chave de parafusos
▪ Substituição de caixa quando esta apresente considerável estado de degradação	▪ Caixa, chave de parafusos
Sistema de circulação	
▪ Reapertar as uniões entre as tubagens	▪ Chaves de aperto
▪ Fugas nas uniões da tubagem - Substituir as uniões	▪ Uniões, linho, massa impermeabilizante, chaves de aperto
▪ Fugas nas vedações - Substituir as vedações	▪ Linho, massa impermeabilizante
▪ pH<5* - Substituir o fluido de circulação	▪ Fluido de circulação, funil
▪ Fugas ou mau funcionamento da válvula de segurança – Substituição da válvula de segurança	▪ Válvula de segurança, linho, massa impermeabilizante
▪ Fugas ou mau estado de conservação da tubagem – Substituição da tubagem	▪ Tubagem, uniões
Unidade de depósito	
▪ Efectuar a troca da resistência do depósito acumulador quando esta queimar	▪ Resistência, chaves de parafusos
▪ Procede à substituição do termostato quando este não ler a temperatura ou leia erradamente	▪ Termostato
▪ Substituir o depósito acumulador quando se veriguem fissuras ou estado de degradação avançado, quer no próprio depósito ou no permutador	▪ Depósito acumulador, chaves diversas

Fig.5.8 – Manual de utilização e manual de manutenção

Estes manuais encontram-se no Anexo 6.

No que respeita à documentação cujo público alvo é utilizador, pensou-se que seria uma mais valia o desenvolvimento de um sucinto Manual do Proprietário como já foi referido e este encontra-se no Anexo 7. O manual desenvolvido possui um esquema com a identificação e localização dos componentes, um quadro com os problemas mais frequentes a provável causa e as respetivas soluções. As soluções que não se encontrarem ao seu alcance tem a indicação que devem ser executadas pelo técnico. Possui ainda o manual do utilizador acima referido.

5.5. PLANO DE MANUTENÇÃO

Com representação gráfica, o plano de manutenção distribui no tempo as operações de manutenção a levar a cabo quer por técnicos especializados quer pelo próprio utilizador. Essa distribuição temporal deve refletir a periodicidade e a prioridade com que essas operações têm de ser efetuadas, no entanto o presente caso prático apenas incide sobre a periodicidade, uma vez que se entende que as operações de manutenção devem ter lugar no espaço de tempo que permita prolongar e manter a funcionalidade do elemento fonte de manutenção. Ressalve-se o facto que no presente plano não se encontram contempladas as medidas corretivas por quanto que estas não gozam de uma previsão definida e são de difícil enquadramento temporal. Quanto às medidas de substituição aqui consignadas são as que por previdência se encontram à partida organizadas.

Nesta representação gráfica tipo, figura 5.9, apresentam-se as operações de manutenção na coluna (inspeção, limpeza, medidas pró-ativas, medidas corretivas e medidas de substituição) e nas linhas a escala de tempo, diferenciando as tarefas a executar pelo técnico especializado das que ficam a cargo do utilizar e ainda aquelas que podem ser realizadas por ambos. Após a consulta e contacto com fabricantes, revendedores, instaladores, técnicos, e analisada a documentação técnica, considerou-se como escala temporal o semestre e o ano, dividindo em dois extratos o plano de manutenção, num horizonte máximo de 20 anos.

No Anexo 8 pode ver-se o plano de manutenção aplicado ao elemento fonte de manutenção do presente caso prático

PLANO DE MANUTENÇÃO

OPERAÇÕES	ANOS	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20	
	SEMESTRE	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º
INSP	Visual																																								
	Métrica																																								
LIMP																																									
MPA																																									
MC																																									
MS																																									

LEGENDA:

- **INSP** Inspecção
- **LIMP** Limpeza
- **MPA** Medidas pró-activas
- **MC** Medidas correctivas
- **MS** Medidas de substituição
- ● Tarefas a realizar pelo utilizador
- √ Tarefas a realizar pelo técnico esp

Fig. 5.9 – Plano de manutenção tipo

Existem operações de manutenção que se encontram já definidas pela documentação técnica dos equipamentos, pois trata-se de um sistema que a própria legislação obriga a contrato de manutenção de seis anos. É no entanto de difícil entendimento qual a periodicidade relativa às medidas de correção e substituição, sendo que estas são de difícil previsão e devem ser executadas sempre que se justifique.

Assim, chegou-se a hiatos de tempo cuja caracterização se apresenta de seguida:

- **Coletor Solar**
  - Inspeção visual – Com periodicidade semestral - a realizar pelo utilizador;
  - Inspeção métrica - Semestralmente - a realizar pelo utilizador;
  - Limpeza – Com periodicidade semestral - a realizar pelo técnico especializado ou pelo utilizador e ainda de 5 em 5 anos pelo técnico;

- Medidas Pró-ativas - Com periodicidade anual e de 2 em 2 anos - a realizar pelo utilizador, quando necessário pelo técnico;
- Medidas Corretivas - Com periodicidade anual e quando necessário- a realizar pelo técnico especializado;

▪ **Sistema de circulação**
- Inspeção visual – Com periodicidade semestral - a realizar pelo utilizador e anual pelo técnico;
- Inspeção métrica - Semestralmente - a realizar pelo técnico;
- Inspeção funcional – Periodicidade anual – a realizar pelo técnico;
- Inspeção laboratorial - Periodicidade anual – a realizar pelo técnico;
- Limpeza – Com periodicidade semestral - a realizar pelo técnico especializado ou pelo utilizador e com tarefas anuais a realizar pelo técnico;
- Medidas Pró-ativas - Com periodicidade semestral a realizar pelo utilizador e pelo técnico, as medidas anuais e quando necessário a realizar pelo técnico;
- Medidas Corretivas - Quando necessário- a realizar pelo técnico especializado;
- Medidas de Substituição – Anualmente e 5 em 5 anos - realizar pelo técnico especializado.

▪ **Unidade de depósito (acumulador)**
- Inspeção visual – Com periodicidade anual – algumas tarefas a realizar pelo utilizador e outras pelo técnico;
- Inspeção métrica - Anualmente - a realizar pelo técnico;
- Limpeza – Com periodicidade anual - a realizar pelo técnico;
- Medidas Pró-ativas - Com periodicidade semestral a realizar pelo técnico;
- Medidas Corretivas - Quando necessário- a realizar pelo técnico especializado;
- Medidas de Substituição – 2 em 2 anos – a realizar pelo técnico especializado.

5.6. PLANO DE CUSTOS

Definido o plano de manutenção, é este suporte que surge o plano de custos, determinando os valores esperados com as operações de manutenção previstas. Existem importâncias que podem dizer-se fixos e previamente bem definidos, que são os custos com a manutenção realizada no âmbito do contrato de manutenção estabelecido aquando da instalação. Partindo do plano de manutenção, e uma vez que não se definiu, pelas razões já explicadas, nenhuma periodicidade para as medidas corretivas, também aqui, estas não são alvo de quantificação. Os custos apresentados contabilizam a mão-de-obra necessária, os meios, equipamentos ou produtos utilizados. Não se teve em consideração a evolução do custo do dinheiro ao longo do tempo não refletindo por isso as taxas de juro.

Serão abordados três cenários, o **Cenário 1**, cujas medidas corretivas não entram no plano de custos, o **Cenário 2**, igual ao anterior mas partindo do princípio que o utilizador efetua as tarefas de inspeção, limpeza e as pró-ativas, e o **Cenário 3** colocando a hipótese de virem a suceder correções.

Para concretizar estes valores foram consultadas empresas fabricantes, fornecedores e instaladores, cuja manutenção se encontra normalmente a seu cargo. Nos primeiros seis anos entrou-se com o valor do contrato de manutenção mais o valor dos elementos a substituir, uma vez que habitualmente não estão incluídos nesse mesmo contrato, que apenas abrangem as inspeções e verificações. No Anexo 9 pode ver-se um contrato tipo.

O quadro 5.5 que se segue apresenta a tabela de preços angariada e que foram a base do presente plano de custos.

Quadro 5.5 – Tabela de preços

Tabela de preços	
Contrato	62€/ano
Mão-de-obra	12€/hora
Deslocação	25€/un
Vedantes e Uniões (estimado)	5€/ano
Líquido térmico	15€/L
Duplo ânodo de magnésio	53€
Válvula de segurança	16€/un
Material de limpeza do coletor (utilizador e técnico) (estimado)	5€+5€/limpeza
Material lubrificante	2,5€/utilização
Aplicação de anticorrosivo	10€/ano

Reunidos os valores unitários fez-se uma composição de preços para as operações em causa, Inspeção, Limpeza, Medidas Pró-Ativas; Medidas Corretivas e Medidas de Substituição.

Os respetivos planos anuais de custos podem ser consultados no Anexo 8.

5.6.1 CENÁRIO 1

Como já foi referido admitiu-se um cenário cujas manutenções não englobam nenhuma medida corretiva, o que ao longo de vinte anos seria um cenário ótimo.

O quadro 5.6 refere-se aos seis anos de vigência do contrato obrigatório de manutenção, entrando com esse mesmo valor, e ainda o valor do material gasto pelo utilizador nas operações de limpeza e nas medidas pró-ativas que lhes estão apensas. Entrou-se ainda com o valor dos equipamentos a substituir, sendo que a mão-de-obra para essa mesma substituição também se encontra incluída no contrato.

Quadro 5.6 – Plano de custos no período de contrato

Operação	Periodicidade	N.º de ocorrências em 6 anos	Custo Unitário (€)	Custos Total em 6 anos (€)
Contrato de manutenção	Anual	6	62,00	372,00
INSP				
Técnico (Mão-de-Obra) (visual, métrica, funcional e laboratorial)	Anual	6	Incluído	-------
LIMP				
Técnico	Anual	6	Incluído	-------
Utilizador (Material)	Anual	6	5,00	30,00
MPA				
Técnico (Material)	Anual	6	Incluído	--------
Utilizador (Material)	3 em 3 anos	2	10,00	20,00
MS				
Técnico (Mão-de-Obra)		4	Incluído	-------
Substituição de. válvula de segurança	5 em 5 anos	1	16,00	16,00
Substituição de fluido	5 em 5 anos	1	72,00	72,00
Substituição de ânodo de magnésio	2 em 2 anos	3	53,00	159,00

Terminados os seis anos de contrato obrigatório, apresenta-se no quadro 5.7 o plano de custos para os restantes catorze anos, onde já se entrou com a deslocação e como se trata de um sistema de pequenas dimensões apenas com duas horas de trabalho.

Quadro 5.7 – Plano de custos no período pós contrato

Operação	Periodicidade	N.º de ocorrências em 14 anos	Custo Unitário (€)	Custos Total em 14 anos (€)
INSP				
Técnico (Mão-de-Obra) (visual, métrica, funcional e laboratorial)	Anual	14	12,25	171,50
LIMP				
Técnico (Mão-de-Obra + Material)	Anual	14	17,25	241,50
Utilizador (Material)	Anual	14	5,00	70,00
MPA				
Técnico (Mão-de-Obra + Material)	Anual	14	27,25	381,50
Utilizador (Material)	3 em 3 anos	4	10,00	40,00
MS				
Técnico (Mão-de-Obra)		8	12,25	98,00
Substituição de válvula de segurança	5 em 5 anos	3	16,00	48,00
Substituição de fluido	5 em 5 anos	3	72,00	216,00
Substituição de ânodo de magnésio	2 em 2 anos	7	53,00	371,00

Observações: Na Mão-de-Obra encontra-se diluída a deslocação

Com base no quadro atrás e na distribuição temporal do plano de manutenção, transpôs-se a informação para a figura 5.10 que representa os custos de manutenção do presente sistema solar térmico num horizonte temporal de vinte anos. Nesta representação gráfica encontram-se os custos mensais retratados pelas colunas e com os respetivos custos do lado esquerdo, e sob a forma de linha, o valor acumulado ao longo dos anos com os custos do lado direito. Pode portanto verificar-se que os valores se repetem em anos não consecutivos dependendo das tarefas a realizar, sendo que o peso das medidas de substituição faz-se notar principalmente a cada cinco anos, atingindo o seu máximo nos anos dez e vinte com a acumulação de todas as medidas de substituição para além de todas as outras operações.

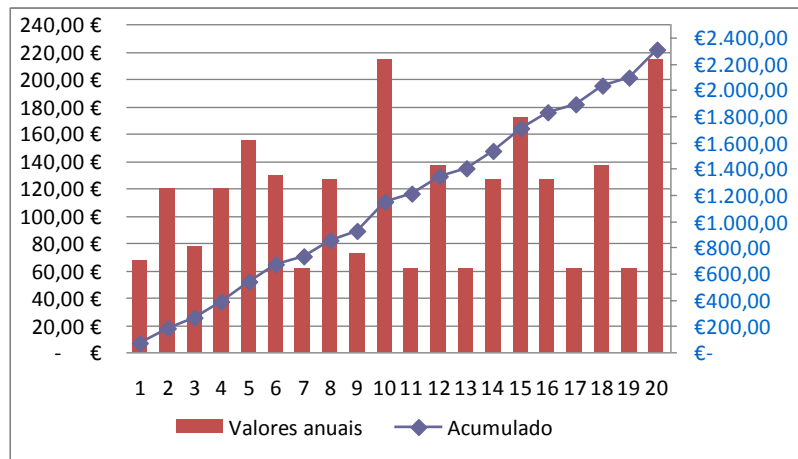



Fig.5.10 – Custos de manutenção num horizonte de tempo de 20 anos

No que respeita às operações separadamente, e fazendo uma análise ao verificado no período de vinte de anos, verifica-se que o contrato de manutenção representa 16%. A inspeção é aquela que menos representa, apenas 7%, este valor obviamente influenciado pelo facto de muitas inspeções serem realizadas pelo utilizador, o que não representa qualquer custo. O mesmo se verifica na limpeza, que sendo também realizada pelo utilizador apenas se contabilizaram os custos dos materiais utilizados, não apresentando um valor muito baixo pois o técnico também efetua essa limpeza. Mesmo assim, as operações cujo utilizador intervém são as que têm uma representação menor na totalidade dos custos de manutenção.

Por outro lado, a operação que apresenta maior peso diz respeito às medidas de substituição, sendo o técnico o único interveniente com a agravante de incluir meios com custos bastante elevados.

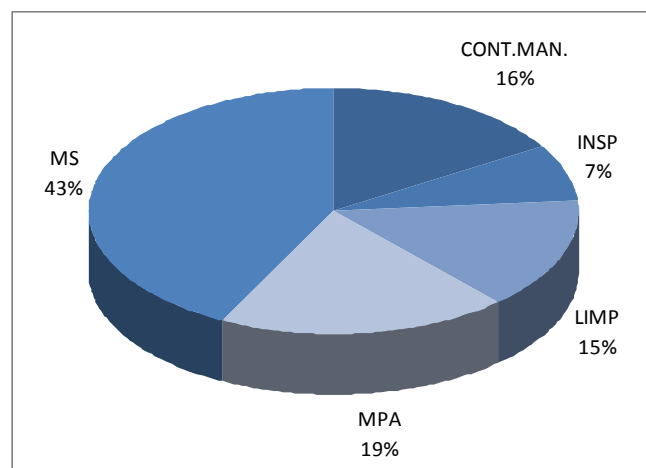
A figura 5.11 reflete em percentagem o agora explanado com a distribuição dos custos pelas operações.

Legenda: CONT. MAN. – Contrato de manutenção; INSP – Inspeção; LIMP – Limpeza; MPA – Medidas pró-ativas; MS – Medidas de substituição

Fig.5.11 – Peso da manutenção por operação

5.6.2 CENÁRIO 2

A ideia é que, se mais operações forem realizadas pelo utilizador, a manutenção tem um decréscimo nos custos, tornando os sistemas solares térmicos mais atrativos. Para isso basta dotar o utilizador de conhecimentos básico, como já foi referido na presente tese, sobre o funcionamento destes sistemas.

Dentro desta filosofia realizou-se este cenário para o caso em questão mas agora o técnico apenas terá intervenção nas medidas de substituição, após o término do contrato, ficando o utilizador com tarefas perfeitamente ao seu alcance, como sejam lubrificações e acrescentar de fluído térmico (ver quadro 5.8 com o plano de custos). Existe no entanto um handicap a esta solução, trata-se do equipamento necessário para algumas verificações como um refratómetro, manómetro e fitas tornassol. Seria de todo interessante que grupos de utilizadores se organizassem e adquirissem esse conjunto de acessórios, tornando o valor da aquisição insignificante.

Quadro 5.8 – Plano de custos no período pós contrato

Operação	Periodicidade	N.º de ocorrências em 14 anos	Custo Unitário (€)	Custos Total em 14 anos (€)
INSP				
Técnico (Mão-de-Obra) (visual, métrica, funcional e laboratorial)	Anual	----	--------	--------
LIMP				
Técnico (Mão-de-Obra + Material)	Anual	----	--------	--------
Utilizador (Material)	Semestral	28	5,00	140,00
MPA				
Técnico (Mão-de-Obra + Material)	Anual	----	--------	--------
Utilizador (Material)	Anual	14	15,00	210,00
Utilizador (Material)	3 em 3 anos	4	10,00	40,00
MS				
Técnico (Mão-de-Obra)		8	25+12(1h)=37	296,00
Substituição de válvula de segurança	5 em 5 anos	3	16,00	48,00
Substituição de fluido	5 em 5 anos	3	72,00	216,00

Substituição de ânodo de magnésio.	2 em 2 anos	7	53,00	371,00

Observações: Na Mão-de-Obra encontra-se diluída a deslocação

Partindo então do pressuposto anterior, a figura 5.12 demonstra que os custos até ao sexto ano mantêm-se, diminuindo consideravelmente nos seguintes. Denota-se uma poupança de cerca de trezentos e quinze euros em catorze anos. Analisando agora o peso da manutenção por operação (ver figura 5.13) baixaram em toda a linha exceto as medidas de substituição. Esta subida deve-se ao facto do valor da mão-de-obra e da deslocação que antes se encontrava diluído pelas restantes operações, agora se encontra concentrado apenas nesta.

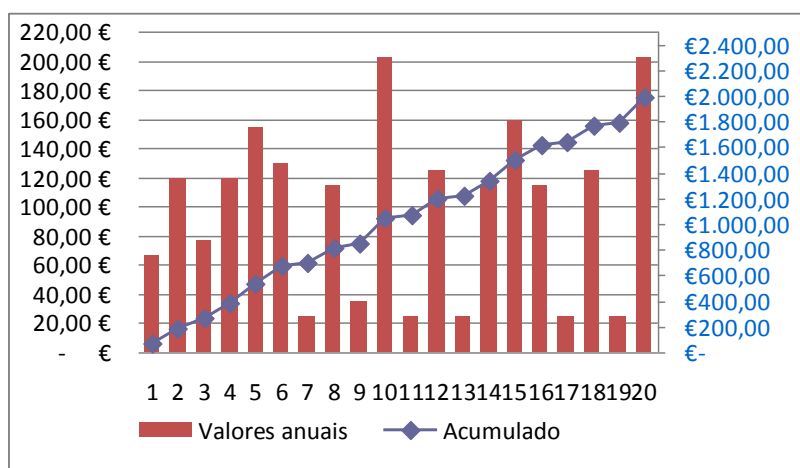



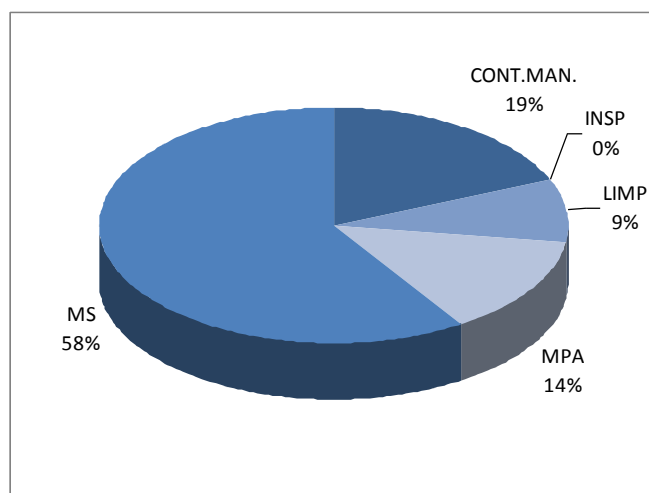
Fig.5.12 – Custos de manutenção num horizonte de tempo de 20 anos

Legenda: CONT. MAN. – Contrato de manutenção; INSP – Inspeção; LIMP – Limpeza; MPA – Medidas pró-ativas; MS – Medidas de substituição

Fig.5.13 – Peso da manutenção por operação

5.6.3 Cenário 3

Nesta hipótese admitiu-se, e segundo técnicos de manutenção, que durante catorze anos decorrerão as seguintes medidas corretivas:

- Substituição da resistência;
- Substituição de isolamento;
- Substituição de uniões.

Quadro 5.9 – Plano de custos apenas com medidas de substituição

Operação	Periodicidade	N.º de ocorrências em 14 anos	Custo Unitário (€)	Custos Total em 14 anos (€)
MC				
Técnico (Mão-de-Obra)		7	25+12(1h)=37	259,00
Substituição de resistência		1	50,00	50,00
Substituição de isolamento exterior		3	10,00	300,00
Substituição de uniões		7	2,00	14,00

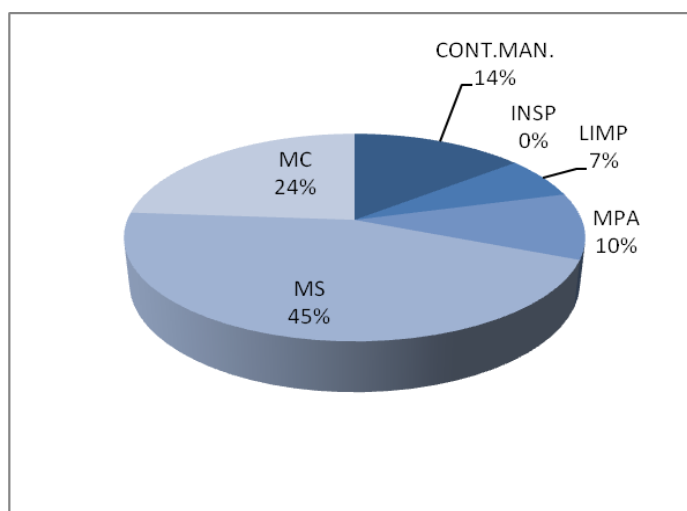
Como se pode verificar na figura abaixo, e mesmo tratando-se de pequenas ocorrências estas têm um peso significativo, 24% no total da manutenção em catorze anos.

Legenda: CONT. MAN. – Contrato de manutenção; INSP – Inspeção; LIMP – Limpeza; MPA – Medidas pró-ativas; MS – Medidas de substituição; MC - Medidas Corretivas

Fig.5.14 – Peso da manutenção por operação - incluindo medidas corretivas

6
CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

6.1. CONCLUSÕES E LIMITAÇÕES

As políticas de manutenção dos edifícios em Portugal não se encontram devidamente desenvolvidas na perspetiva do aumento da vida útil em perfeitas condições de serviço, mas sim mais numa abordagem no âmbito das preocupações estéticas, o que denota uma falta de preocupação ou desconhecimento das medidas preventivas. A manutenção torna-se de mais fácil aplicação em edifícios unifamiliares ou de um número reduzido de condóminos do que em edifícios maiores ou de serviços, pois estão pendentes de uma carga burocrática, envolvendo discussões e aprovações por parte dos intervenientes.

Com um parque habitacional onde existe excedentário de habitação e onde o mercado da construção atravessa a mais grave crise dos últimos anos, urgem as medidas vocacionadas para gestão eficiente dos edifícios e para a reabilitação e manutenção da habitação existente. Foi necessário o país atingir um endividamento extremo muito devido aos gastos com consumo de energia, para se tomarem medidas com vista à redução dos consumos nas habitações. Essas medidas passam pela existência de edifícios energeticamente mais eficazes, com menos gastos mas também com menos desperdício. Para isso o Decreto-Lei 80/2006 que aprova o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), veio impor os requisitos para salvaguardar a satisfação das condições de conforto térmico, dando um impulso bastante significativo à utilização da energia solar para aquecimento de águas quentes sanitárias, nomeadamente com o artigo 7.º ponto 2, onde obriga à instalação de colectores solares na base de $1m^2$ de colector por ocupante convencional previsto.

Na abordagem do presente tema desta dissertação, constatou-se que existe alguma preocupação com a manutenção de forma a manter a eficiência do equipamento, pelo menos até ao presumível retorno económico do investimento. Esta preocupação foi também acautelada pela obrigatoriedade impressa com o anexo VI ponto 4 do já referido decreto-lei, impondo a existência de contratos de manutenção num período de seis anos.

A manutenção dos sistemas solares térmicos apenas se encontra algo desenvolvida na óptica do técnico especializado sedo praticamente inexistente na óptica do utilizador. Este facto deve-se muito à especificidade do sistema solar e seus constituintes, não parecendo que um utilizador sem conhecimentos e meios técnicos efectue algum tipo de manutenção mais específica. Os próprios manuais dos equipamentos são muito sucintos e em alguns casos mesmo omissos no que toca às operações de manutenção, referindo de forma simplista uma ou outra medida. No entanto, na sequência de contactos com fabricantes e representantes, denota-se preocupação com esta temática, mas salientam o facto de os utilizadores não demonstrarem qualquer tipo de sensibilização e cuja

reação é o contacto com o técnico em qualquer tipo de situação por mais simples que seja. Parece relevante desmistificar a manutenção dos sistemas solares térmicos, deixando que algumas operações passem para a alçada dos utilizadores. Uma mudança na manutenção para a alçada do utilizador faria todo o sentido, o que reduziria os custos e consequentemente o período de retorno tornando o sistema solar térmico mais atractivo.

Definiu-se uma metodologia de manutenção primária por elemento do sistema de solar, de forma clara, simples e objectiva, desenvolvendo fichas síntese de manutenção que deram origem ao manual de serviço do qual fazem parte o manual de manutenção e o manual de utilização. Realizou-se ainda um plano de manutenção, onde se encontram escalonadas no tempo as tarefas de manutenção a levar a cabo segundo as operações diferentes operações. A definição dos períodos de manutenção baseou-se nas informações colhidas junto de fabricantes, fornecedores, instaladores e técnicos de manutenção, assim como na consulta exaustiva de manuais dos produtos existentes.

Do capítulo anterior, sobre a aplicação prática dos instrumentos desenvolvidos, depreende-se que a manutenção dos sistemas solares não é de todo económica, no entanto parece inevitável afirmar que sem ela os equipamentos não terão um tempo de vida útil a desempenhar em pleno as suas funções, no espaço de tempo previsto de rentabilização do investimento. No caso prático em causa conclui-se que aos dez anos de vida já se terá despendido o equivalente a um sistema novo, sendo que é inquestionável que sem essa manutenção não seria possível prolongar a sua vida útil. Para esse prolongamento em muito contribuem as medidas pró-ativas e as medidas de substituição para os chamados elementos de desgaste rápido. Estes últimos representam uma fatia considerável no bolo da manutenção, não só porque são executados pelos técnicos mas também devido ao elevado custo dos materiais. O cenário agrava-se quando são necessárias medidas corretivas, mas atenua se algumas ações mais específicas forem consideradas ao alcance do utilizador devidamente munido com os meios apropriados. Esta última é a situação mais vantajosa e na ótica da autora a mais interessante, tendo em conta que os estudos de viabilidade económica apresentados aquando da aquisição raramente têm em conta os custos com a manutenção, desprezando-os e não esclarecendo devidamente os consumidores.

Recuperando os objetivos propostos no início desta tese no capítulo 1, que passavam por:

- Caracterizar a situação atual de manutenção dos coletores;
- Definir uma metodologia de manutenção primária;
- Criar instrumentos de manutenção ao nível do utilizar;
- Avaliar os custos e as mais valias económicas dessa manutenção;
- Informar os utilizadores sobre as conclusões retiradas do presente trabalho.

Pode afirmar-se que, dentro das limitações já mencionadas foram atingidos esses objetivos, tendo contribuído para um maior esclarecimento sobre esta matéria, desmistificando os sistemas solares térmicos de forma a aproximar o utilizar do sistema e do seu *modus operandi*.

6.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Com a finalização desta dissertação e com o pensamento e olhos postos no futuro, incumbe dizer que muito ainda pode ser realizado dentro deste âmbito. A manutenção tem ainda um vasto caminho a percorrer na procura de um estado de desenvolvimento tal que a sociedade em geral valorize e não menospreze por pura falta de conhecimento.

No que respeita ao presente Elemento Fonte de Manutenção, tecem-se aqui algumas considerações a ter em conta num futuro que se pretende que seja o mais próximo possível.

Na perspectiva de alargar o conhecimento sobre a manutenção deste EFM, aumentar a pesquisa nomeadamente em países com histórico de manutenção mais desenvolvida.

Criar uma base de dados com histórico de anomalias mais frequentes, onde constem as possíveis causas e os custos que lhes estão associados, com vista a ter uma percepção realista no campo económico.

Desenvolver um manual do utilizador para cada marca existente, com os problemas mais frequentes em cada uma delas.

Proporcionar ao utilizador, meios e conhecimentos, através de formações específicas, de forma a incutir-lhes a importância da manutenção realizada pelos seus próprios meios, evitando assim custos desnecessários, tornado o investimento em sistemas solares térmicos mais atrativos.

Organizar grupos de utilizadores que em conjunto possam adquirir os meios necessários para a realização de alguma manutenção mais técnica, de forma a desprezar estes custos.

BIBLIOGRAFIA

[1] http://www.adene.pt/. Acedido a 14 de Maio 2012.

[2] http://www.painelsolartermico.com/. Acedido a 14 de Maio 2012.

[3] http://www.energialateral.pt/solar-termica.html. Acedido a 14 de Maio 2012.

[4] INE, I.P., DGEG. *Inquérito ao consumo de energia no setor doméstico 2010*. Instituto Nacional de Estatística, I.P. e Direcção-Geral de Energia e Geologia, 2011, Lisboa.

[5] Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios. Decreto-Lei nº80/2006 de 4 de Abril.

[6] Rodrigues, R. *Gestão de Edifícios. Modelo de Simulação Técnico-económica*. Dissertação de Doutoramento em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2001.

[7] Rodrigues, R. *Gestão do Património Edificado – Gestão de Edifícios*. Curso de Pós-Graduação em Gestão Imobiliária, Maio de 2008, Faculadade de Economia do Porto da Universidade do Porto.

[8] Maurício, F. *Aplicação de ferramentas de Facility Management à Manutenção Técnica de Edifícios de Serviços.* Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 2011.

[9] Lopes, T. *Fenómenos de pré-patologia em manutenção de edifícios. Aplicação ao revestimento ETICS.* Dissertação de Mestrado em Reabilitação do Património Edificado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2005.

[10] Falorca, J. *Modelo para plano de inspecção e manutenção em edifícios correntes.* Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, 2004.

[11] CSOPT – Conselho Superior de Obras Públicas e Transportes. Subcomissão para a revisão do RGEU – Regulamento Geral das Edificações Urbanas. Versão provisória – documento de apresentação. 24 de Março de 2004.

[12] Almeida, P. *Gestão de Edifícios. Análise de Registos de Grandes Intervenções Não Previstas.* Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2009/2010 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009.

[13] CT94 – Comissão Técnica 94 (APMI). NP EN 13306:2007 – Terminologia de manutenção. Setembro de 2007.

[14] Flores, I., Brito, J. *Estratégias de Manutenção em Fachadas de Edifícios.* Revista Engenharia Civil da Universidade do Minho, Janeiro 2002, páginas 47-58, Universidade do Minho, Guimarães.

[15] Rodrigues, R. *Manutenção de Edifícios. Análise e exploração de um banco de dados sobre um parque habitacional*. Dissertação de Mestrado em Construção de Edifícios, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 1989.

[16] Leite, C. *Estrutura de um Plano de Manutenção de Edifícios Habitacionais.* Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2008/2009 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.

[17] Ferreira, R. *Metodologia de manutenção de edifícios - Revestimento de pavimentos interiores cerâmicos.* Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2008/2009 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009.

[18] Vale, H. *Metodologia da manutenção de edifícios - Mobiliário incorporado na construção.* Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2010/2011 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2011.

[19] Torres, J. *Manutenção Técnica de Edifícios - Vãos Exteriores: Portas e Janelas*. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2008/2009 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.

[20] Bastardo, J. *Processos de Manutenção de Instalações de Edifícios no Domínio da Engenharia Civil*. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2007/2008 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.

[21] Rodrigues, R., Correia, A. *Sistema integrado de gestão para manutenção de edifícios de habitação*. Construção 2004: Repensar a Construção. 2º Congresso Nacional da Construção, Dezembro de 2004, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

[22] Directiva 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Dezembro de 2002 relativa ao desempenho energético dos edifícios.

[23] Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios. Decreto-Lei nº78/2006 de 4 de Abril.

[24] Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios. Decreto-Lei nº79/2006 de 4 de Abril.

[25] Directiva 2006/32/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 5 de Abril de 2006 relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos.

[26] Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética — Portugal Eficiência 2015. Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008 de 17 de Abril.

[27] A.T. Kearney e INESC Porto. *Recomendações para uma estratégia sustentável de eficiência energética e exploração de energias renováveis para Portugal.* Março 2012, Porto.

[28] Fernandes, E. *A Eficiência Energética – Portugal 2010-2020.* Conferência Energia 2020 – Um objetivo a 10 anos, Fevereiro 2010, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.

[29] Directiva 2009/28/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Abril de 2009, relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis.

[30] República Portuguesa. *Plano Nacional de acção para as energias renováveis ao abrigo da Directiva 2009/28/CE*. https://infoeuropa.eurocid.pt/registo/000045717/documento/0001/. Acedido a 10 de Maio de 2012.

[31] Silva, L. *Estratégia Nacional para a Energia (ENE).* 6º Workshop da Plataforma do Empreendedor "Call for Action - EMP, Sector da Energia - dos desafios às oportunidades de Negócio!", Julho 2010, Lisboa.

[32] Apisolar. *Sector solar em Portugal.* Rolo e Filhos, SA., Lisboa, 2011.

[33] Bernardo, J. *Estratégia pública para a energia solar.* Conferência Energia 2020 – Um objetivo a 10 anos, Fevereiro 2010, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.

[34] Weiss, W., Mauthner, F. *Solar Heat Worldwide - Markets and Contribution to the Energy Supply 2010*. Austria, 2012.

[35] http://www.sunbelt-solar.com/history.html. Acedido a 07 de Maio 2012.

[36] http://www.stecasolar.com/index.php?Sistemas_solares_termicos. Acedido a 14 de Maio 2012.

[37] http://web.ist.utl.pt/luis.roriz/MyPage/Solar_Term.pdf. Acedido a 03 de Maio 2012.

[38] http://www.cienciaviva.pt/rede/himalaya/home/guia6.pdf. Acedido a 25 de Junho 2012.

[39] Costa, M. *A utilização de coletores solares no Centro Histórico do Porto*. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2009/2010 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010.

[40] http://casa-e-energia.blogspot.pt/2008/07/sistemas-solares-termodinmicos-vs.html. Acedido a 25 de Junho 2012.

[41] *Energia Solar Térmica – Manual sobre Tecnologias, projecto e instalação*, Janeiro 2004.

[42] http://www.aguaquentesolar.com/publicacoes/8/piscinas.pdf. Acedido a 25 de Junho 2012.

[43] http://dicasesquemas.blogspot.pt/2012/05/paineis-solares-termicos-tipos-mais.html#!/2012/05/paineis-solares-termicos-tipos-mais.html. Acedido a 25 de Junho 2012.

[44] http://www.rrenergy.pt/index.htmAcedido a 25 de Junho 2012.

[45] http://www.jorgeneto.eprofes.net/coletor_solar.htm. Acedido a 11 de Junho 2012.

[46] http://enat.pt/pt/subpages.php?id=77&sub=21. Acedido a 25 de Junho 2012.

[47] http://www.marla.pt/paineis-vacuo.php. Acedido a 25 de Junho 2012.

[48] http://www.lusosol.com/coletores.htm. Acedido a 25 de Junho 2012.

[49] Água Quente Solar. *Guia para instaladores de coletores solares*. Abril de 2004. http://www.aguaquentesolar.com/publicacoes/27/14_guia%20pr%20instaladores.pdf. Acedido a 04 de Maio 2012.

[50] http://www.insuatherm.com/Termoacumuladores.html. Acedido a 14 de Maio 2012.

[51] Lebeña, E., Costa, J. *Instalações Solares Térmicas*. INETI, Lisboa, 2006.

[52] Ao Sol. *Manual Coletor CPC Ao Sol*. Ao Sol, Samora Correia, 2006.

[53] http://web.ist.utl.pt/luis.roriz/MyPage/et_T25.htm. Acedido a 02 de Julho 2012.

[54] Velux. *Sistemas solares Velux.* Velux, Lisboa.

[55]http://www.schueco.com/web/pt/architekten/solarstrom_und_waerme/products/montagesysteme_solar/kompakt-line. Acedido a 02 de Julho 2012.

[56] http://www.inovafiel.pt/instalacoes.html. Acedido a 02 de Julho 2012.

[57] http://www.archiexpo.es/prod/wagner-co/colectores-solares-para-fachadas-62355-160650.html. Acedido a 02 de Julho 2012.

[58] Teixeira, S. *Energia Solar – Conversão térmica*. 2009. http://www.cenfim.pt/artigos/2009/energia_solar.pdf. Acedido a 10 de Julho 2012.

[59] http://www.aguaquentesolar.com/publicacoes/3/certificacaoEquipamentos.pdf. Acedido a 02 de Julho 2012.

[60] Ao Sol. *Manual do Utilizador*. Ao Sol, Samora Correia, 2006.

[61] http://www.decorsol.com.br/manual.pdf. Acedido a 05 de Julho 2012.

[62] http://www.siesol.com.mx. Acedido a 05 de Julho 2012.

[63] http://www.act.gov.pt/(pt-PT)/CentroInformacao/Estatisticas/teste/Paginas/default.aspx. Acedido a 07 de Julho 2012.

[64] Agência Europeia para a Segurança e a Saúde no Trabalho. *Trabalhar com segurança em telhados*. FACTS – Agência Europeia para a Segurança e a Saúde no Trabalho, n.º49, 2004, Agência Europeia para a Segurança e a Saúde no Trabalho, Bilbao.

[65] Pinto, A. *Manual de segurança - construção, conservação e restauro de edifícios*. Edições Sílabo, Lisboa, 2004.

[66] Comissão Europeia. Guia de boas práticas não vinculativo para aplicação da Directiva 2001/45/CE (Trabalho em altura). Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Luxemburgo, 2008.

[67] Oliclima. *Catálogo Aquecimento - Março 2011*. Oliclima, Aveiro, 2011.

ANEXOS

ANEXO 1 - TABELA DE COLETORES SOLARES

ANEXO 2- CHECK-LIST VERIFICAÇÃO DE INSTALAÇÃO

ANEXO 3 - FICHAS SÍNTESE DE MANUTENÇÃO

ANEXO 4 - FICHA DE PROCEDIMENTO DE SEGURANÇA - TRABALHOS DE MANUTENÇÃO DE SISTEMAS SOLARES EM INSTALADOS TELHADOS

ANEXO 5 - FICHAS SÍNTESE DE MANUTENÇÃO APLICADAS AO CASO PRÁTICO

ANEXO 6 - MANUAL DE SERVIÇO

MANUAL DE MANUTENÇÃO

MANUAL DE UTILIZAÇÃO

ANEXO 7 - MANUAL DO PROPRIETÁRIO

ANEXO 8 - PLANO DE MANUTENÇÃO - PLANO ANUAL DE CUSTOS

ANEXO 9 - CONTRATO TIPO DE MANUTENÇÃO

ANEXO 10 - QUADRO COM AS PRINCIPAIS ANOMALIAS - TERMOSSIFÃO

ANEXO 1

TABELA DE COLETORES SOLARES

Tipo de coletores	Tecnologia	Relação custo/benefício	Principais utilizações
Coletor plano sem cobertura	Coletores constituídos por tubos de metal ou plástico, com acabamento exterior de cor escura, por onde circula água. Estes coletores não possuem nenhum tipo de isolamento ou proteção.	Este é o tipo de coletores mais económico, mas também aquele que capta menos energia para a água que pretendemos aquecer.	Sem grande capacidade de aquecer a água a elevadas temperaturas pelo que a sua utilização está confinada ao aquecimento da águas de piscinas exteriores no verão.
Coletor plano com cobertura	É composto por caixas planas interiormente revestidas com isolamento, excetuando uma das faces que é de vidro transparente ou de plástico. Cada caixa contém uma placa negra plana que absorve a energia solar, e é através dela que circula a água, encarregada de transferir o calor recebido. O isolamento por baixo da placa e o vidro em cima, reduzem as perdas de calor.	Boa relação entre o seu custo e quantidade de energia que captam, pelo que terão um período de retorno do investimento relativamente baixo.	Vocacionados para o aquecimento de águas quentes sanitárias, aquecimento de piscinas, aquecimento ambiente e pré- aquecimento de águas para processos industriais
Coletor CPC	CPC é a abreviação de "Combound Parabolic Concentrator" o que significa um painel com espelhos curvos focalizados resultando num painel de rendimento acrescido dado o aproveitamento de raios oblíquos da primavera e outono ou de horas iniciais e finais do dia.	Este tipo de coletor solar também possui uma boa relação custo benefício. É mais caro que os coletores planos, mas aquece a água a uma temperatura superior.	Podem ter a mesma utilização dos coletores planos.
Coletor de tubos de vácuo	Compostos por tubos evacuados que funcionam com um fluido facilmente evaporável armazenado no interior do tubo e que atua como transportador do calor. Este fluido evapora-se por efeito da radiação solar e sobe até à parte superior do tubo, que se encontra a uma temperatura inferior. Aí, cede a sua energia térmica à água e condensa, voltando ao estado líquido e caindo por ação da gravidade na parte inferior do tubo. Ao receber mais radiação, volta a evaporar e começar novo ciclo.	O coletor solar mais dispendioso, mas como quase todas os equipamentos mais caros, trata-se da solução que possui a maior capacidade de captar a energia proveniente do sol. A sua rentabilidade dependerá da utilização que lhe for dada. Se o que pretendemos é elevar muito a temperatura da água, então teremos nestes sistemas uma excelente opção, logo uma boa relação qualidade/preço. Se o que pretendemos passa por necessidades de águas quentes sanitárias a temperaturas relativamente baixas, então teremos uma má relação custo/benefício, pois estamos perante uma solução da qual não retiramos todas as capacidade.	Indicado para situações em que seja necessários elevar muito a temperatura por exemplo no aquecimento de piscinas interiores e exteriores durante todo o ano. Servem também para o aquecimento ambiente, aquecimento de águas quentes sanitárias e pré-aquecimento de águas para processos industriais

ANEXO 2

CHECK-LIST VERIFICAÇÃO DE INSTALAÇÃO

CHECK-LIST VERIFICAÇÃO DE INSTALAÇÃO

DADOS DO CLIENTE

Nome: ______________________

Morada: ______________________

Localização GPS: ______________________ **Distância à costa:** ______________________

Contrato de manutenção: Sim ☐ Não ☐

Ano de instalação: ______________________

Coletor solar		**Sistema de circulação**		**Unidade de depósito**		**Unidade de controlo**
S/cobertura	☐	Termossifão	☐	Cobre	☐	
C/cobertura	☐	Circulação forçada	☐	Aço inox	☐	
CPC	☐			Aço esmaltado	☐	
T. de vácuo	☐			Aço vitrificado	☐	

Verificações	**Registo** Se sim (S) se não (N)
Tipo de instalação de coletores	
▪ Instalação em cobertura plana	☐
▪ Instalação em telhado inclinado	☐
▪ Orientação	☐ _____º
▪ Inclinação	☐ _____%
Coletor solar	
▪ Realizada inspeção visual dos coletores?	☐
▪ Realizada inspeção visual da estrutura e montagem do colector?	☐
▪ Realizada inspeção visual quando ao sistema de fixação?	☐
▪ As passagens de tubagem pela cobertura e teto aparentam estanquidade?	☐
▪ A tubagem encontra-se bem isolada?	☐
▪ Verificado o purgador?	☐
▪ Sonda do coletor está corretamente instalada?	☐
Sistema de circulação	
▪ Tubagem de saída e retorno com ligação à terra?	☐
▪ Verificado o correto isolamento da tubagem?	☐
▪ Circuito primário cheio com líquido térmico?	☐
▪ Verificado o purgador?	☐
▪ Ajuste da bomba de circulação Ligado/Desligado/Auto?	☐
▪ Pressão de vaso de expansão verificada?	☐
▪ Tubagem devidamente purgada, retirando todo o ar?	☐
▪ Ensaio de pressão realizado? (só para circulação forçada)	☐
▪ Válvula misturadora termostática (AQS), verificada no máximo a 60ºC?	☐
▪ Válvulas de segurança devidamente instaladas e em posição aberta?	☐
Unidade de acumulação (depósito)	
▪ Depósito sem fissuras aparentes devido ao transporte e instalação?	☐
▪ Depósito acumulador com dupla serpentina?	☐
▪ As serpentinas encontram-se devidamente ligadas?	☐
▪ Termostato em perfeitas condições de funcionamento?	☐
▪ Verificada e registada a temperatura máxima no depósito?	☐
Unidade de controlo	
▪ Foi testado o funcionamento da bomba nas posições Ligado/Desligado/Auto?	☐
▪ Sondas de temperatura devidamente instaladas?	☐
▪ Sondas com a indicação da medição de temperatura?	☐
▪ Verificados os tempos de arranque e de paragem?	☐

Aspetos finais gerais	
▪ Os coletores foram devidamente limpos?	☐
▪ Os coletores encontraram-se tapados até o sistema entrar em funcionamento?	☐
▪ Foram retiradas rebarbas de soldadura de tubagem?	☐
▪ Foi eliminado todo o lixo e excessos produzidos pela instalação?	☐

Observações

Data: ____

O Técnico: ____

ANEXO 3

FICHAS SÍNTESE DE MANUTENÇÃO

Ficha síntese de manutenção: Coletor Solar **Ref.ª:** CS-SCob

DADOS

Morada ______________________________

Localização GPS ______________________________

Distância à costa ______________________________

Orientação ______________________________

Garantia Sim ☐ Não ☐

Contrato de manutenção Sim ☐ Não ☐

Ano de instalação ______________________________

COLETOR Plano s/cob. ■ Plano c/cob. ☐ CPC ☐ T. de vácuo ☐

Operações		Actuação	Periodicidade	Meios envolvidos	Responsável	Custos
Inspeção	Visual	- Verificar se as ligações aparentam a existência de fugas e oxidações. - Verificar se os fios anti-pássaros estão em perfeitas condições (caso existam) - Verificar se a estrutura de suporte apresenta oscilações e oxidação	Semestral	Observação visual Máquina fotográfica	Utilizador	
Limpeza		- Efetuar limpeza da tubagem do coletor	Semestral	Balde, água, líquido de limpeza neutro	Utilizador/Técnico	
Medidas pró-ativas		- Efetuar diligências de forma a prevenir o sombreamento do coletor, exemplo, cortar vegetação	Anual	Moto-serra e outras ferramentas de corte, escada.	Utilizador	
		- Efetuar o reaperto do sistema de fixação	2 em 2 anos	Chave de parafusos	Utilizador	
		- Reapertar (caso seja necessário) as uniões entre as tubagens.	Quando necessário	Chaves de aperto	Técnico	12€
Medidas corretivas		- Existência de fugas nas uniões – Proceder à reparação das uniões ou mesmo substituição - Substituição de tubo do absorsor caso se apresente partido, picado ou com fugas	Quando necessário	Linho, massa impermeabilizante, chaves de aperto	Técnico	12€
Medidas de substituição						
Condições de utilização		- Evitar choques e pancadas susceptíveis de danificar o coletor - No caso de não utilização prolongada (exemplo férias) deve proteger-se o coletor com um elemento opaco que impeça a absorção de radiação	Quando necessário	Elemento opaco de protecção	Utilizador	

	- Consultar ainda as condições técnicas de utilização e as condições gerais de utilização				

Observações: Nos meios envolvidos, caso seja necessário devem utilizar-se equipamentos de segurança (arnês equipado com linha de vida ou guarda-corpos, capacete, luvas de proteção mecânica e química, botas de segurança)
*Deverão verificar-se as indicações do fornecedor

Ficha síntese de manutenção: Coletor Solar | **Ref.ª**: CS-CCob

DADOS

Morada ______________________________

____

____

Localização GPS ______________________________

Distância à costa ______________________________

Orientação ______________________________

Garantia — Sim ☐ Não ☐

Contrato de manutenção — Sim ☐ Não ☐

Ano de instalação ______________________________

COLETOR — Plano s/cob. ☐ Plano c/cob. ■ CPC ☐ T. de vácuo ☐

Operações		Actuação	Periodicidade	Meios envolvidos	Responsável	Custos
Inspeção	Visual	- Verificar se a cobertura apresenta condensações, sujidade e picagens. - Verificar se as juntas apresentam fissuramento, deformações ou degradação. - Verificar se o absorsor apresenta escamação de pintura, focos de corrosão, deformações e deposição de corpos estranhos. - Verificar se a caixa apresenta deformações, oscilações, furos de respiro e drenagem. - Verificar se as ligações aparentam a existência de fugas e oxidações. - Verificar se os fios anti-pássaros estão em perfeitas condições (caso existam) - Verificar se a estrutura de suporte apresenta oscilações e oxidação	Semestral	Observação visual Máquina fotográfica	Utilizador	
	Métrica	- Verificar se existem parafusos com folga na caixa e estrutura de suporte.	Semestral	Chave de parafusos Chave dinamométrica	Utilizador	
Limpeza		- Efetuar limpeza da cobertura do colector	Semestral	Balde, água, líquido de limpeza neutro	Utilizador/Técnico	
Medidas pró-ativas		- Efetuar diligências de forma a prevenir o sombreamento do coletor, exemplo, cortar vegetação. - Efetuar purga dos coletores para retirar o ar existente	Anual	Moto-serra e outras ferramentas de corte, escada. Pincel, produto químico anticorrosivo	Utilizador	
		- Efetuar o reaperto do sistema de fixação	2 em 2 anos	Chave de parafusos	Utilizador	
		- Aplicar na caixa e na estrutura de suporte produto químico anticorrosivo.	3 em 3 anos	Anticorrosivo	Utilizador	

	- Reapertar (caso seja necessário) as uniões entre as tubagens.	Quando necessário	Chaves de aperto	Técnico	
Medidas corretivas	- Recuperar na estrutura de suporte, zonas que apresentem corrosão, limpando, lixando e pintando	Quando necessário	Lixa, escova, pincel, tinta	Utilizador	
	- Recuperar na caixa, zonas que apresentem corrosão, limpando, lixando e pintando - Condensações e humidade – Retirar a água existente e proceder à selagem da cobertura - Existência de fugas nas uniões – Proceder à reparação das uniões ou mesmo substituição - Substituição de juntas de estanquidade quando existam infiltrações - Substituição de cobertura quando esta apresente fissuras, picagens ou partida - Substituição do absorsor (placa absorsora) caso apresente elevado estado de degradação	Quando necessário	Escova, lixa, pincel, tinta Linho e massa impermeabilizante, chaves de aperto Juntas de estanquidade Cobertura, espátula ou faca, silicone Absorsor Chave de parafusos	Técnico	
Medidas de substituição					
Condições de utilização	- Evitar choques e pancadas susceptíveis de danificar o coletor - No caso de não utilização prolongada (exemplo férias) deve proteger-se o coletor com um elemento opaco que impeça a absorção de radiação - Consultar ainda as condições técnicas de utilização e as condições gerais de utilização	Quando necessário	Elemento opaco de protecção	Utilizador	

Observações: Nos meios envolvidos, caso seja necessário devem utilizar-se equipamentos de segurança (arnês equipado com linha de vida ou guarda-corpos, capacete, luvas de proteção mecânica e química, botas de segurança)
*Deverão verificar-se as indicações do fornecedor

Ficha síntese de manutenção: Coletor Solar **Ref.ª:** CS-CPC

DADOS

Morada ____________________

Localização GPS ____________________

Distância à costa ____________________

Orientação ____________________

Garantia Sim ☐ Não ☐

Contrato de manutenção Sim ☐ Não ☐

Ano de instalação ____________________

COLETOR Plano s/cob. ☐ Plano c/cob. ☐ CPC ■ T. de vácuo ☐

Operações		Actuação	Periodicidade	Meios envolvidos	Responsável	Custos
Inspeção	Visual	- Verificar se a cobertura apresenta condensações, sujidade e picagens. - Verificar se as juntas apresentam fissuramento, deformações ou degradação. - Verificar se o absorsor apresenta escamação de pintura, focos de corrosão, deformações e deposição de corpos estranhos. - Verificar se a caixa apresenta deformações, oscilações, furos de respiro e drenagem. - Verificar se as ligações aparentam a existência de fugas e oxidações. - Verificar indícios de corrosão na estrutura de suporte. - Verificar se os fios anti-pássaros estão em perfeitas condições (caso existam) - Verificar se a estrutura de suporte apresenta oscilações e oxidação	Semestral	Observação visual Máquina fotográfica	Utilizador	
	Métrica	- Verificar se existem parafusos com folga na caixa e estrutura de suporte.	Semestral	Chave de parafusos Chave dinamométrica	Utilizador	
Limpeza		- Efetuar limpeza da cobertura do coletor	Semestral	Balde, água, líquido de limpeza neutro	Utilizador/Técnico	
Medidas pró-ativas		- Efetuar diligências de forma a prevenir o sombreamento do coletor, exemplo, cortar vegetação. - Efetuar purga dos coletores para retirar o ar existente	Anual	Moto-serra e outras ferramentas de corte, escada. Pincel, produto químico anticorrosivo Vedantes	Utilizador	
		- Efetuar o reaperto do sistema de fixação	2 em 2 anos	Chave de parafusos	Utilizador	

	- Aplicar na caixa e na estrutura de suporte produto químico anticorrosivo.	3 em 3 anos	Anticorrosivo	Utilizador	
	- Reapertar (caso seja necessário) as uniões entre as tubagens.	Quando necessário	Chaves de aperto	Técnico	
Medidas corretivas	- Recuperar na estrutura de suporte, zonas que apresentem corrosão, limpando, lixando e pintando	Quando necessário	Lixa, escova, pincel, tinta	Utilizador	
	- Recuperar na caixa, zonas que apresentem corrosão, limpando, lixando e pintando - Condensações e humidade – Retirar a água existente e proceder à selagem da cobertura - Existência de fugas nas uniões – Proceder à reparação das uniões ou mesmo substituição - Substituição de juntas de estanquidade quando existam infiltrações - Substituição de cobertura quando esta apresente fissuras, picagens ou partida - Substituição do absorsor (placa absorsora) caso apresente elevado estado de degradação	Quando necessário	Escova, lixa, pincel, tinta Linho e massa impermeabilizante, chaves de aperto Juntas de estanquidade Cobertura, espátula ou faca, silicone Absorsor Chave de parafusos	Técnico	
Medidas de substituição					
Condições de utilização	- Evitar choques e pancadas susceptíveis de danificar o colector - No caso de não utilização prolongada (exemplo férias) deve proteger-se o colector com um elemento opaco que impeça a absorção de radiação - Consultar ainda as condições técnicas de utilização e as condições gerais de utilização	Quando necessário	Elemento opaco de protecção	Utilizador	

Observações: Nos meios envolvidos, caso seja necessário devem utilizar-se equipamentos de segurança (arnês equipado com linha de vida ou guarda-corpos, capacete, luvas de proteção mecânica e química, botas de segurança)
*Deverão verificar-se as indicações do fornecedor

Ficha síntese de manutenção: Coletor Solar **Ref.ª:** CS-TVac

DADOS

Morada ______________________________

Localização GPS ______________________________

Distância à costa ______________________________

Orientação ______________________________

Garantia Sim ☐ Não ☐

Contrato de manutenção Sim ☐ Não ☐

Ano de instalação ______________________________

COLETOR Plano s/cob. ☐ Plano c/cob. ☐ CPC ☐ T. de vácuo ■

Operações		Actuação	Periodicidade	Meios envolvidos	Responsável	Custos
Inspeção	Visual	- Verificar se os tubos apresentam sujidade e picagens. - Verificar se as ligações no cabeçote ou câmara de irradiação não apresentam fugas. - Verificar o estado de conservação da pintura do cabeçote ou câmara de irradiação - Verificar se as ligações aparentam a existência de fugas e oxidações. - Verificar se os fios anti pássaros estão em perfeitas condições (caso existam) - Verificar se a estrutura de suporte apresenta oscilações e oxidação	Semestral	Observação visual Máquina fotográfica	Utilizador	
	Métrica	- Verificar se existem parafusos com folga na estrutura de suporte.	Semestral	Chave de parafusos Chave dinamométrica	Utilizador	
Limpeza		- Efetuar limpeza dos tubos	Semestral	Balde, água, líquido de limpeza neutro	Utilizador/Técnico	
Medidas pró-ativas		- Efetuar diligências de forma a prevenir o sombreamento do coletor, exemplo, cortar vegetação. - Aplicar na estrutura de suporte produto químico anticorrosivo. - Efectuar purga dos colectores para retirar o ar existente	Anual	Moto-serra e outras ferramentas de corte, escada. Pincel, produto químico anticorrosivo	Utilizador	
		- Efectuar o reaperto do sistema de fixação	2 em 2 anos	Chave de parafusos	Utilizador	
			Quando necessário	Chaves de aperto	Técnico	

Medidas corretivas	- Recuperar na estrutura de suporte, zonas que apresentem corrosão, limpando, lixando e pintando	Quando necessário	Lixa, escova, pincel, tinta	Utilizador	
	- Existência de fugas nas uniões – Proceder à reparação das uniões ou mesmo substituição - Substituição de tubos quando estes apresentem fissuras, picagens, partidos ou quando deixem de estar em vácuo	Quando necessário	Lixa, pincel, tinta Linho, massa impermeabilizante, chaves de aperto	Técnico	
Medidas de substituição					
Condições de utilização	- Evitar choques e pancadas susceptíveis de danificar o coletor - No caso de não utilização prolongada (exemplo férias) deve proteger-se o coletor com um elemento opaco que impeça a absorção de radiação - Consultar ainda as condições técnicas de utilização e as condições gerais de utilização	Quando necessário	Elemento opaco de protecção	Utilizador	

Observações: Nos meios envolvidos, caso seja necessário devem utilizar-se equipamentos de segurança (arnês equipado com linha de vida ou guarda-corpos, capacete, luvas de proteção mecânica e química, botas de segurança)
*Deverão verificar-se as indicações do fornecedor

Ficha síntese de manutenção: Sistema de Circulação **Ref.ª SC-TS**

DADOS

Morada ______________________________

____

____

Localização GPS ______________________________

Distância à costa ______________________________

Orientação ______________________________

Garantia Sim ☐ Não ☐

Contrato de manutenção Sim ☐ Não ☐

Ano de instalação ______________________________

SISTEMA DE CIRCULAÇÃO Termossifão ■ Forçada ☐

Operações		Actuação	Periodicidade	Meios envolvidos	Responsável	Custos
Inspeção	Visual	- Verificar se o isolamento da tubagem se encontra em bom estado de conservação. - Verificar se a válvula de segurança se apresenta estanque - Verificar se a tubagem e uniões se encontram estanques não apresentando humidade ou fugas.	Semestral	Observação visual	Utilizador	
		- Verificar o nível do líquido do sistema primário	Anual	Observação visual	Técnico	
	Métrica	- Verificar o funcionamento de termostato - Verificar a pressão do vaso de expansão	Anual	Bomba de ar equipada com manómetro Sondas de temperatura, multímetro, ou ainda visualmente	Técnico	
	Funcional	- Verificar o nível do líquido do sistema primário - Verificação da válvula misturadora termostática (AQS), no máximo a 60ºC	Anual	Refractómetro Termómetro	Técnico	
	Laboratorial	- Verificar a densidade e pH do fluido de circulação	Anual	Fitas de papel tornassol	Técnico	
Limpeza		- Efetuar limpeza do purgador	Semestral	Pano e vareta	Utilizador/Técnico	
		- Limpar o isolamento da tubagem	Anual	Pano do pó húmido	Utilizador	
Medidas pró-ativas		- Manobrar a válvula de segurança para evitar que esta fique colada e calcifique - Efetuar o controlo de funcionamento do purgador, esvaziando o ar acumulado	Semestral	Manobrar com a mão ou com chave de aperto	Utilizador/Técnico	
		- Lubrificar e apertar a válvula de corte	Anual	Produto lubrificante e chaves de aperto	Técnico	

	- Adicionar anticongelante (Glicol)		Anticongelante (Glicol)		
	- Reapertar as uniões entre as tubagens	Quando necessário	Chaves de aperto	Técnico	
Medidas corretivas	- - Isolamento danificado – Substituição de isolamento - Fugas nas uniões da tubagem - Substituir as uniões - Fugas nas vedações - Substituir as vedações - pH<5* - Substituir o fluido de circulação - Fugas ou mau funcionamento da válvula de segurança – Substituição da válvula de segurança - Fugas ou mau estado de conservação da tubagem – Substituição da tubagem	Quando necessário	Isolamento, Uniões, linho, massa impermeabilizante, chaves de aperto Linho, massa impermeabilizante Fluido de circulação, funil Válvula de segurança, linho, massa impermeabilizante Tubagem, uniões	Técnico	
Medidas de substituição	- Substituição de válvulas de segurança	5 em 5 anos	Válvulas de segurança, linho, massa impermeabilizante	Técnico	
	- Substituição do fluido de circulação	5 em 5 anos *	Fluido de circulação, funil	Técnico	
Condições de utilização	- Em dias de muito calor, abrir a água quente a fim de esta se renovar na tubagem - Após ausência prolongada deve ter-se cuidado com a temperatura de saída da água, pois pode queimar - Consultar ainda as condições técnicas de utilização e as condições gerais de utilização	Quando necessário	Manualmente	Utilizador	

Observações: Nos meios envolvidos, caso seja necessário devem utilizar-se equipamentos de segurança (arnês equipado com linha de vida ou guarda-corpos, capacete, luvas de proteção mecânica e química, botas de segurança)
*Deverá verificar-se as indicações do fornecedor

Ficha síntese de manutenção: Sistema de Circulação **Ref.ª SC-CF**

DADOS

Morada ____________________

____

____

Localização GPS ____________________

Distância à costa ____________________

Orientação ____________________

Garantia Sim ☐ Não ☐

Contrato de manutenção Sim ☐ Não ☐

Ano de instalação ____________________

SISTEMA DE CIRCULAÇÃO Termossifão ☐ Forçada ■

Operações		Actuação	Periodicidade	Meios envolvidos	Responsável	Custos
Inspeção	Visual	- Verificar se o isolamento da tubagem se encontra em bom estado de conservação. - Verificar se a válvula de segurança se apresenta estanque.	Semestral	Observação visual	Utilizador	
		- Verificar se a tubagem e uniões se encontram estanques não apresentando humidade ou fugas.	Anual	Observação visual	Utilizador	
	Métrica	- Verificar a pressão do vaso de expansão - Verificar funcionamento de termostato	Anual	Bomba de ar equipada com manómetro Sondas de temperatura, multímetro, ou ainda visualmente	Técnico	
	Funcional	- Verificar o nível do líquido do sistema primário - Verificação da válvula misturadora termostática (AQS), no máximo a 60ºC	Anual	Refractómetro Termómetro	Técnico	
		- Efetuar prova de pressão	2 em 2 anos	Bomba de pressão, manómetro	Técnico	
	Laboratorial	- Verificar a densidade e pH do fluido de circulação	Anual	Fitas de papel tornassol	Técnico	
Limpeza		- Efetuar limpeza do purgador	Semestral	Pano, vareta	Utilizador/Técnico	
		- Limpar o isolamento da tubagem	Anual	Pano do pó húmido	Utilizador	
Medidas pró-ativas		- Manobrar a válvula de segurança para evitar que esta fique colada e calcifique - Efetuar o controlo de funcionamento do purgador, esvaziando o ar acumulado	Semestral	Manobrar com a mão	Utilizador/Técnico	
		- Lubrificar e apertar a válvula de corte	Anual	Produto lubrificante e chaves de	Técnico	

	- Afinação do caudal e pressão do circuito solar - Adicionar anticongelante (Glicol) - Lubrificar bomba de circulação		aperto Bomba de pressão Anticongelante (Glicol) Produto lubrificante		
	- Reapertar as uniões entre as tubagens	Quando necessário	Chaves de aperto	Técnico	
Medidas corretivas	- Isolamento danificado – Substituição de isolamento - Fugas nas uniões da tubagem - Substituir as uniões - Fugas nas vedações - Substituir as vedações - pH<5* - Substituir o fluido de circulação - Fugas ou mau funcionamento da válvula de segurança – Substituição da válvula de segurança - Fugas ou mau estado de conservação da tubagem – Substituição da tubagem - Fugas ou avaria bomba de circulação – Substituição de bomba - Fuga no vaso de expansão – Substituição do vaso de expansão	Quando necessário	Isolamento, Uniões, linho, massa impermeabilizante, chaves de aperto Vedações Fluido de circulação, bomba de pressão Válvula de segurança, linho, massa impermeabilizante Tubagem, uniões, linho, massa impermeabilizante Bomba de circulação Vaso de expansão	Técnico	
Medidas de substituição	- Substituição de válvulas de segurança	5 em 5 anos	Válvulas de segurança, linho, massa impermeabilizante	Técnico	
	- Substituição do fluido de circulação	5 em 5 anos *	Fluido de circulação, bomba de pressão	Técnico	
Condições de utilização	- Em dias de muito calor, abrir a água quente a fim de esta se renovar na tubagem - Após ausência prolongada deve ter-se cuidado com a temperatura de saída da água, pois pode queimar - Consultar ainda as condições técnicas de utilização e as condições gerais de utilização	Quando necessário	Manualmente	Utilizador	

Observações: Nos meios envolvidos, caso seja necessário devem utilizar-se equipamentos de segurança (arnês equipado com linha de vida ou guarda-corpos, capacete, luvas de proteção mecânica e química, botas de segurança)
*Deverá verificar-se as indicações do fornecedor

Ficha síntese de manutenção: Unidade de depósito (Acumulador) **Ref.ª: UD-AEV**

DADOS

Morada ______________________

____

____

Localização GPS ______________________

Distância à costa ______________________

Orientação ______________________

Garantia Sim ☐ Não ☐

Contrato de manutenção Sim ☐ Não ☐

Ano de instalação ______________________

ACUMULADOR: Cobre ☐ Aço inox ☐ Aço esmaltado ■ Aço vitrificado ■

PERMUTADOR: De camisa ■ De serpentina ■

Operações		Actuação	Periodicidade	Meios envolvidos	Responsável	Custos
Inspeção	Visual	- Verificar exteriormente se o elemento apresenta fissuras, fugas ou oxidações ou outros sinais de corrosão - Verificar a existência de oxidações nas ligações (uniões)	Anual	Observação visual	Utilizador	
		- Verificar desgaste do ânodo de magnésio - Verificar se a resistência elétrica apresenta incrustações ou sujidade - Verificar se o permutador apresenta sinais de fugas ou oxidações - Verificar a acumulação de lodos no interior do depósito acumulador	Anual	Observação visual	Técnico	
	Métrica	- Verificação de termostato - Verificar se o permutador se encontra a funcionar de forma eficaz, registando a temperatura à sua entrada e saída	Anual	Sondas de temperatura, multímetro, ou ainda visualmente	Técnico	
Limpeza		- Proceder à limpeza do acumulador de possíveis lodos depositados no fundo	Anual	Balde, panos de limpeza, água	Técnico	
Medidas pró-ativas						
Medidas corretivas		- Efetuar a troca da resistência do depósito acumulador quando esta queimar - Procede à substituição do termostato quando este não ler a temperatura ou leia erradamente - Substituir o depósito acumulador quando se veriquem fissuras ou estado de degradação avançado, quer no próprio depósito ou no permutador	Quando necessário	Resistência, chaves de parafusos Termostato Depósito acumulador, chaves diversas	Técnico	

Medidas de substituição	- Substituir o ânodo de magnésio	2 em 2 anos*	Ânodo de magnésio, chaves de parafusos	Técnico	
Condições de utilização	- Uma vez cheio o depósito acumulador só deve ser esvaziado para as situações de substituição de componentes e em curtos espaços de tempo, sob pena de se verificarem fissuras e danificar a protecção interior - Consultar ainda as condições técnicas de utilização e as condições gerais de utilização				

Observações: Nos meios envolvidos, caso seja necessário devem utilizar-se equipamentos de segurança (arnês equipado com linha de vida ou guarda-corpos, capacete, luvas de proteção mecânica e química, botas de segurança)
*Deverão verificar-se as indicações do fornecedor

Ficha síntese de manutenção: Unidade de depósito (Acumulador) **Ref.ª: UD-CuInox**

DADOS

Morada ____________________

____

____

Localização GPS ____________________

Distância à costa ____________________

Orientação ____________________

Garantia Sim ☐ Não ☐

Contrato de manutenção Sim ☐ Não ☐

Ano de instalação ____________________

ACUMULADOR: Cobre ■ Aço inox ■ Aço esmaltado ☐ Aço vitrificado ☐

PERMUTADOR: De camisa ■ De serpentina ■

Operações		Actuação	Periodicidade	Meios envolvidos	Responsável	Custos
Inspeção	Visual	- Verificar exteriormente se o elemento apresenta fissuras, fugas ou oxidações ou outros sinais de corrosão - Verificar a existência de oxidações nas ligações (uniões)	Anual	Observação visual	Utilizador	
		- Verificar se a resistência eléctrica apresenta incrustações ou sujidade - Verificar se o permutador apresenta sinais de fugas ou oxidações - Verificar a acumulação de lodos no interior do acumulador	Anual	Observação visual	Técnico	
	Métrica	- Verificação de termostato - Verificar se o permutador se encontra a funcionar de forma eficaz, registando a temperatura à sua entrada e saída	Anual	Sondas de temperatura, multímetro, ou ainda visualmente	Técnico	
Limpeza		- Proceder à limpeza do acumulador de possíveis lodos depositados no fundo	Anual	Balde, panos de limpeza, água	Técnico	
Medidas pró-ativas						
Medidas corretivas		- Efetuar a troca da resistência do depósito acumulador quando esta queimar - Procede à substituição do termostato quando este não ler a temperatura ou leia erradamente - Substituir o depósito acumulador quando se veriquem fissuras ou estado de degradação avançado, quer no próprio depósito ou no permutador	Quando necessário	Resistência, chaves de parafusos Termostato Depósito acumulador	Técnico	
Medidas de						

substituição					
Condições de utilização	- Consultar ainda as condições técnicas de utilização e as condições gerais de utilização				

Observações: Nos meios envolvidos, caso seja necessário devem utilizar-se equipamentos de segurança (arnês equipado com linha de vida ou guarda-corpos, capacete, luvas de proteção mecânica e química, botas de segurança)
*Deverão verificar-se as indicações do fornecedor

Ficha síntese de manutenção: Unidade de Controlo **Ref.ª: UC**

DADOS

Morada ______________________________

____

____

Localização GPS ______________________________

Distância à costa ______________________________

Orientação ______________________________

Garantia Sim ☐ Não ☐

Contrato de manutenção Sim ☐ Não ☐

Ano de instalação ______________________________

Operações		Actuação	Periodicidade	Meios envolvidos	Responsável	Custos
Inspeção	Visual	- Verificar se o quadro elétrico se encontra bem fechado não permitindo a entrada de poeiras - Verificar se os interruptores e contadores se encontram sujos	Anual	Observação visual	Utilizador	
	Métrica	- Verificar o funcionamento das sondas	Anual	Termómetros	Técnico	
	Funcional	- Verificar o controlo diferencial ou unidade de controlo - Testar o funcionamento da bomba nas posições Ligado/Desligado/Auto - Testar o controlador programador verificando se o tempo de arranque e de paragem são os pretendidos	Anual	Termómetros	Técnico	
Limpeza		- Efetuar limpeza do quadro elétrico - Efetuar limpeza dos interruptores e contadores	Anual	Pano do pó	Utilizador	
Medidas pró-ativas		- Efetuar o aperto dos bornos dos interruptores e contadores	Anual	Chave de aperto	Técnico	
Medidas corretivas		- Substituir controlador quando este não funcione devidamente - Substituição de disjuntor quando este não arme devido a defeito	Quando necessário	Controlador Disjuntor	Técnico	
Medidas de substituição						
Condições de utilização		- Consultar as condições técnicas de utilização e as condições gerais de utilização				

Observações: Nos meios envolvidos, caso seja necessário devem utilizar-se equipamentos de segurança (arnês equipado com linha de vida ou guarda-corpos, capacete, luvas de proteção mecânica e química, botas de segurança)

*Deverão verificar as indicações do fornecedor

ANEXO 4

FICHA DE PROCEDIMENTO DE SEGURANÇA - TRABALHOS DE MANUTENÇÃO DE SISTEMAS SOLARES INSTALADOS EM TELHADOS

PROCEDIMENTO DE SEGURANÇA

	TRABALHOS DE MANUTENÇÃO DE SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS INSTALADOS EM TELHADOS	Rev. 00 Data: ___/___/___

PERIGOS MAIS FREQUENTES

- Queda de pessoas a nível diferente;
- Queda de pessoas ao mesmo nível;
- Queda de objetos;
- Sobre esforços ou posturas inadequadas,
- Entaladela por objetos;
- Marcha sobre objetos.

PRINCIPAIS CAUSAS

- Falta de preparação do trabalho, não verificando o estado de conservação e robustez do telhado;
- Falta de acessos capazes;
- Escorregamento em telhados húmidos;
- Falta de arrumação e organização;
- Trabalhar em condições atmosféricas adversas;
- Não utilização de EPC ou EPIs eficazes em quedas em altura;
- Falta de informação por parte dos trabalhadores dos riscos a que estão expostos.

MEDIDAS DE PREVENÇÃO

- Avaliação prévia do estado de conservação e robustez do telhado;
- Planeamento dos trabalhos (materiais e equipamentos necessários, definição de trajetos de circulação, necessidade de instalar equipamentos de proteção e sua definição);
- Montagem e utilização de equipamentos de proteção coletiva ou individual;
- Instalação de acesso adequado, por exemplo escada devidamente ancorada,
- Não circular junto dos beirais;
- Não aplicar cargas nos beirais e algerozes;
- O trabalho deve ser suspenso quando existirem más condições climatéricas, ventos superiores a 40km/h e chuva intensa;
- A zona de trabalhos deve encontrar-se limpa e isenta de detritos,
- Não devem ser executados trabalhos em telhados com linhas elétricas aéreas a menos de 5 m. Nestes caso deve solicitar-se ao dono da linha o corte de energia.

ANEXO 5

FICHAS SÍNTESE DE MANUTENÇÃO APLICADAS AO CASO PRÁTICO

Ficha síntese de manutenção: Coletor Solar **Ref.ª: CS-CCob**

DADOS

Morada: Rua Alheira D'Aquém N.º55 Pedrodo, Vila Nova de Gaia

Localização GPS: latitude 41.080313 longitude -8.54.22.99

Distância à costa: 9642m

Orientação: Sul

Garantia Sim ■ Não ☐

Contrato de manutenção Sim ■ Não ☐

Ano de instalação: 2011

COLETOR Plano s/cob. ☐ Plano c/cob. ■ CPC ☐ T. de vácuo ☐

Operações		Actuação	Periodicidade	Meios envolvidos	Responsável	Custos
Inspeção	Visual	- Verificar se a cobertura apresenta condensações, sujidade e picagens. - Verificar se as juntas apresentam fissuramento, deformações ou degradação. - Verificar se o absorsor apresenta escamação de pintura, focos de corrosão, deformações e deposição de corpos estranhos. - Verificar se a caixa apresenta deformações, oscilações, furos de respiro e drenagem. - Verificar se as ligações aparentam a existência de fugas e oxidações. - Verificar se os fios anti-pássaros estão em perfeitas condições (caso existam) - Verificar se a estrutura de suporte apresenta oscilações e oxidação	Semestral	Observação visual Máquina fotográfica	Utilizador	0€
	Métrica	- Verificar se existem parafusos com folga na caixa e estrutura de suporte.	Semestral	Chave de parafusos Chave dinamométrica	Utilizador	0€
Limpeza		- Efetuar limpeza da cobertura do coletor	Semestral	Balde, água, líquido de limpeza neutro, pano	Utilizador/Técnico	Líquido 4€ Pano 2€ Balde 6€
Medidas pró-ativas		- Efetuar diligências de forma a prevenir o sombreamento do coletor, exemplo, cortar vegetação. - Efetuar purga dos coletores para retirar o ar existente	Anual	Moto-serra e outras ferramentas de corte, escada. Pincel, produto químico anticorrosivo	Utilizador	Moto-serra 100€ Serra 15€ Escada 150€
		- Efetuar o reaperto do sistema de fixação	2 em 2 anos	Chave de parafusos	Utilizador	

	- Aplicar na caixa e na estrutura de suporte produto químico anticorrosivo.	3 em 3 anos	Anticorrosivo	Utilizador	Anticorrosivo 10€
	- Reapertar (caso seja necessário) as uniões entre as tubagens.	Quando necessário	Chaves de parafusos	Técnico	
Medidas corretivas	- Recuperar na estrutura de suporte, zonas que apresentem corrosão, limpando, lixando e pintando	Quando necessário	Lixa, escova, pincel, tinta	Utilizador	Anticorrosivo 10€ Lixa 2€ Tinta anticorrosiva 10€ Pincel 4€
	- Recuperar na caixa, zonas que apresentem corrosão, limpando, lixando e pintando - Condensações e humidade – Retirar a água existente e proceder à selagem da cobertura - Existência de fugas nas uniões – Proceder à reparação das uniões ou mesmo substituição - Substituição de juntas de estanquidade quando existam infiltrações - Substituição de cobertura quando esta apresente fissuras, picagens ou partida - Substituição do absorsor (placa absorsora) caso apresente elevado estado de degradação	Quando necessário	Escova, lixa, pincel, tinta Linho e massa impermeabilizante, chaves de aperto Juntas de estanquidade Cobertura, espátula ou faca, silicone Absorsor Chave de parafusos	Técnico	Anticorrosivo 10€ Lixa 2€ Tinta anticorrosiva 10€ Pincel 4€ Juntas de estanquidade 10€ Silicone 16€ Espátula 6€ Cobertura XX Placa absorsora XX
Medidas de substituição					
Condições de utilização	- Evitar choques e pancadas susceptíveis de danificar o coletor - No caso de não utilização prolongada (exemplo férias) deve proteger-se o coletor com um elemento opaco que impeça a absorção de radiação - Consultar ainda as condições técnicas de utilização e as condições gerais de utilização	Quando necessário	Elemento opaco de protecção	Utilizador	

Observações: Nos meios envolvidos, caso seja necessário devem utilizar-se equipamentos de segurança (arnês equipado com linha de vida ou guarda-corpos, capacete, luvas de proteção mecânica e química, botas de segurança)
*Deverão verificar as indicações do fornecedor

Ficha síntese de manutenção: Sistema de Circulação **Ref.ª SC-TS**

DADOS

Morada: Rua Alheira D'Aquém N.º55 Pedrodo, Vila Nova de Gaia

Localização GPS: latitude 41.080313 longitude -8.54.22.99

Distância à costa: 9642m

Orientação: Sul

Garantia Sim ■ Não ☐

Contrato de manutenção Sim ■ Não ☐

Ano de instalação: 2011

SISTEMA DE CIRCULAÇÃO Termossifão ■ Forçada ☐

Operações		Actuação	Periodicidade	Meios envolvidos	Responsável	Custos
Inspeção	Visual	- Verificar se o isolamento da tubagem se encontra em bom estado de conservação. - Verificar se a válvula de segurança se apresenta estanque - Verificar se a tubagem e uniões se encontram estanques não apresentando humidade ou fugas.	Semestral	Observação visual	Utilizador	0€
		- Verificar o nível do líquido do sistema primário	Anual	Observação visual	Técnico	
	Métrica	- Verificar o funcionamento de termóstato - Verificar a pressão do vaso de expansão	Anual	Bomba de ar equipada com manómetro Sondas de temperatura, multímetro, ou ainda visualmente	Técnico	Mala de ferramentas
	Funcional	- Verificar o nível do líquido do sistema primário - Verificação da válvula misturadora termostática (AQS), no máximo a 60ºC	Anual	Refractómetro Termómetro	Técnico	Mala de ferramentas
	Laboratorial	- Verificar a densidade e pH do fluido de circulação	Anual	Fitas de papel tornassol	Técnico	Mala de ferramentas
Limpeza		- Efetuar limpeza do purgador	Semestral	Pano, vareta	Utilizador/Técnico	
		- Limpar o isolamento da tubagem	Anual	Pano do pó húmido	Utilizador	Pano 2€/Un
Medidas pró-ativas		- Manobrar a válvula de segurança para evitar que esta fique colada e calcifique - Efetuar o controlo de funcionamento do purgador, esvaziando o ar acumulado	Semestral	Manobrar com a mão ou com chave de aperto	Utilizador/Técnico	
		- Lubrificar e apertar a válvula de corte	Anual	Produto lubrificante e chaves de	Técnico	Produto

	- Adicionar anticongelante (Glicol)		aperto Anticongelante (Glicol)		lubrificante 5€/Un Glicol 15€/L
	- Reapertar as uniões entre as tubagens	Quando necessário	Chaves de aperto	Técnico	
Medidas corretivas	- Isolamento danificado – Substituição de isolamento - Fugas nas uniões da tubagem - Substituir as uniões - Fugas nas vedações - Substituir as vedações - pH<7* - Substituir o fluido de circulação - Fugas ou mau funcionamento da válvula de segurança – Substituição da válvula de segurança - Fugas ou mau estado de conservação da tubagem – Substituição da tubagem	Quando necessário	Isolamento, Uniões, linho, massa impermeabilizante, chaves de aperto Linho, massa impermeabilizante Fluido de circulação, funil Válvula de segurança, linho, massa impermeabilizante Tubagem, uniões	Técnico	Isolamento 10€/ml + forra 20€/ml Uniões 2€/Un Glicol 15€/L Válvula de segurança 16€/Un Tubagem cobre 10€/ml
Medidas de substituição	- Substituição de válvulas de segurança	5 em 5 anos	Válvulas de segurança, linho, massa impermeabilizante	Técnico	Válvula de segurança 16€/Un
	- Substituição do fluido de circulação	5 em 5 anos *	Fluido de circulação, funil	Técnico	Glicol 15€/L
Condições de utilização	- Em dias de muito calor, abrir a água quente a fim de esta se renovar na tubagem - Após ausência prolongada deve ter-se cuidado com a temperatura de saída da água, pois pode queimar - Consultar ainda as condições técnicas de utilização e as condições gerais de utilização	Quando necessário	Manualmente	Utilizador	

Observações: Nos meios envolvidos, caso seja necessário devem utilizar-se equipamentos de segurança (arnês equipado com linha de vida ou guarda-corpos, capacete, luvas de proteção mecânica e química, botas de segurança)
*Deverá verificar as indicações do fornecedor

Ficha síntese de manutenção: Unidade de depósito (Acumulador) **Ref.ª: UD-AE**

DADOS

Morada: Rua Alheira D'Aquém N.º55 Pedrodo, Vila Nova de Gaia

Localização GPS: latitude 41.080313 longitude -8.54.22.99

Distância à costa: 9642m

Orientação: Sul

Garantia Sim ■ Não ☐

Contrato de manutenção Sim ■ Não ☐

Ano de instalação: 2011

ACUMULADOR: Cobre ☐ Aço inox ☐ Aço esmaltado ■ Aço vitrificado ☐

PERMUTADOR: De camisa ■ De serpentina ■

Operações		Actuação	Periodicidade	Meios envolvidos	Responsável	Custos
Inspeção	Visual	- Verificar exteriormente se o elemento apresenta fissuras, fugas ou oxidações ou outros sinais de corrosão - Verificar a existência de oxidações nas ligações (uniões)	Anual	Observação visual	Utilizador	
		- Verificar desgaste do ânodo de magnésio - Verificar se a resistência elétrica apresenta incrustações ou sujidade - Verificar se o permutador apresenta sinais de fugas ou oxidações - Verificar a acumulação de lodos no interior do depósito acumulador	Anual	Observação visual	Técnico	
	Métrica	- Verificação de termostato - Verificar se o permutador se encontra a funcionar de forma eficaz, registando a temperatura à sua entrada e saída	Anual	Sondas de temperatura, multímetro, ou ainda visualmente	Técnico	Caixa de ferramentas
Limpeza						
Medidas pró-ativas						
Medidas corretivas		- Efetuar a troca da resistência do depósito acumulador quando esta queimar - Procede à substituição do termostato quando este não ler a temperatura ou leia erradamente - Substituir o depósito acumulador quando se veriquem fissuras ou estado de degradação avançado, quer no próprio depósito ou no permutador	Quando necessário	Resistência, chaves de parafusos Termostato Depósito acumulador, chaves diversas	Técnico	Resistência Termostato Depósito acumulador

Medidas de substituição	- Substituir o ânodo de magnésio	2 em 2 anos*	Ânodo de magnésio, chaves de parafusos	Técnico	Ânodo de magnésio 53€
Condições de utilização	- Uma vez cheio o depósito acumulador só deve ser esvaziado para as situações de substituição de componentes e em curtos espaços de tempo, sob pena de se verificarem fissuras e danificar a protecção interior - Consultar ainda as condições técnicas de utilização e as condições gerais de utilização				

Observações: Nos meios envolvidos, caso seja necessário devem utilizar-se equipamentos de segurança (arnês equipado com linha de vida ou guarda-corpos, capacete, luvas de proteção mecânica e química, botas de segurança)
*Deverão verificar as indicações do fornecedor

ANEXO 6

MANUAL DE SERVIÇO

MANUAL DE MANUTENÇÃO

MANUAL DE UTILIZAÇÃO

MANUAL DE MANUTENÇÃO

Coletor solar		Sistema de circulação		Unidade de depósito		Unidade de controlo
S/cobertura	□	Termossifão	■	Cobre	□	
C/cobertura	■	Circulação forçada	□	Aço inox	□	
CPC	□			Aço esmaltado	■	
T. de vácuo	□			Aço vitrificado	□	

Operações de manutenção a executar	Meios envolvidos
Quando necessário	
Coletor solar	
▪ Reapertar (caso seja necessário) as uniões entre as tubagens	▪ Chaves de aperto
▪ Recuperar na caixa, zonas que apresentem corrosão, limpando, lixando e pintando	▪ Escova, lixa, pincel, tinta
▪ Condensações e humidade – Retirar a água existente e proceder à selagem da cobertura	▪ Linho e massa impermeabilizante, chaves de aperto
▪ Existência de fugas nas uniões – Proceder à reparação das uniões ou mesmo substituição	▪ Uniões, linho e massa impermeabilizante, chaves de aperto
▪ Substituição de juntas de estanquidade quando existam infiltrações	▪ Juntas de estanquidade
▪ Substituição de cobertura quando esta apresente fissuras, picagens ou partida	▪ Cobertura, espátula ou faca, silicone
▪ Substituição do absorsor (placa absorsora) caso apresente elevado estado de degradação	▪ Absorsor, chave de parafusos
Sistema de circulação	
▪ Reapertar as uniões entre as tubagens	▪ Chaves de aperto
▪ Fugas nas uniões da tubagem - Substituir as uniões	▪ Uniões, linho, massa impermeabilizante, chaves de aperto
▪ Fugas nas vedações - Substituir as vedações	▪ Linho, massa impermeabilizante
▪ pH<5* - Substituir o fluido de circulação	▪ Fluido de circulação, funil
▪ Fugas ou mau funcionamento da válvula de segurança – Substituição da válvula de segurança	▪ Válvula de segurança, linho, massa impermeabilizante
▪ Fugas ou mau estado de conservação da tubagem – Substituição da tubagem	▪ Tubagem, uniões
Unidade de depósito	
▪ Efetuar a troca da resistência do depósito acumulador quando esta queimar	▪ Resistência, chaves de parafusos
▪ Procede à substituição do termostato quando este não ler a temperatura ou leia erradamente	▪ Termostato
▪ Substituir o depósito acumulador quando se veriquem fissuras ou estado de degradação avançado, quer no próprio depósito ou no permutador	▪ Depósito acumulador, chaves diversas
▪	
De 6 em 6 meses (semestral)	
Coletor solar	
▪ Efetuar limpeza da cobertura do coletor	▪ Balde, água, líquido de limpeza neutro
Sistema de circulação	
▪ Efetuar limpeza do purgador	▪ Pano, vareta
▪ Manobrar a válvula de segurança para evitar que esta fique colada e calcifique	▪ Manobrar com a mão ou com chave de aperto
▪ Efetuar o controlo de funcionamento do purgador, esvaziando o ar acumulado	▪ Manobrar com a mão
De 12 em 12 meses (anual)	
Sistema de circulação	
▪ Verificação da válvula misturadora termostática (AQS), no máximo a 60ºC	▪ Observação visual
▪ Verificar o funcionamento de termostato	▪ Sondas de temperatura, multímetro, ou ainda visualmente
▪ Verificar a pressão do vaso de expansão	▪ Bomba de ar equipada com manómetro
▪ Verificar o nível do líquido do sistema primário	▪ Refractómetro
▪ Verificar a densidade e pH do fluido de circulação	▪ Fitas de papel tornassol
▪ Lubrificar e apertar a válvula de corte	▪ Produto lubrificante e chaves de aperto
▪ Adicionar anticongelante (Glicol)	▪ Anticongelante (Glicol)
Unidade de depósito	
▪ Verificar desgaste do ânodo de magnésio	▪ Observação visual
▪ Verificar se a resistência elétrica apresenta incrustações ou sujidade	▪ Observação visual
▪ Verificar se o permutador apresenta sinais de fugas ou oxidações	▪ Observação visual
▪ Verificar a acumulação de lodos no interior do depósito acumulador	▪ Observação visual
▪ Verificação de termostato	▪ Sondas de temperatura, multímetro,

	ou ainda visualmente
▪ Verificar se o permutador se encontra a funcionar de forma eficaz, registando a temperatura à sua entrada e saída	▪ Sondas de temperatura
▪ Proceder à limpeza do acumulador de possíveis lodos depositados no fundo	▪ Balde, panos de limpeza, água
▪ Limpar o permutador de calor	▪ Balde, panos de limpeza, água
2 em 2 anos	
Unidade de depósito	
▪ Substituir o ânodo de magnésio	▪ Ânodo de magnésio, chaves de parafusos
5 em 5 anos	
Coletor solar	
▪ Substituição do fluido de circulação	▪ Fluido de circulação, funil
▪ Substituição de válvulas de segurança	▪ Válvulas de segurança, linho, massa impermeabilizante

MANUAL DE UTILIZAÇÃO

Coletor solar		**Sistema de circulação**		**Unidade de depósito**		**Unidade de controlo**
S/cobertura	☐	Termossifão	■	Cobre	☐	
C/cobertura	■	Circulação forçada	☐	Aço inox	☐	
CPC	☐			Aço esmaltado	■	
T. de vácuo	☐			Aço vitrificado	☐	

Operações de manutenção a executar	Meios envolvidos
Quando necessário	
Coletor solar	
▪ Recuperar na estrutura de suporte, zonas que apresentem corrosão, limpando, lixando e pintando	▪ Lixa, escova, pincel, tinta
De 6 em 6 meses (semestral)	
Coletor solar	
▪ Verificar se a cobertura apresenta condensações, sujidade e picagens.	▪ Observação visual
▪ Verificar se as juntas apresentam fissuramento, deformações ou degradação.	▪ Observação visual
▪ Verificar se o absorsor apresenta escamação de pintura, focos de corrosão, deformações e deposição de corpos estranhos.	▪ Observação visual
▪ Verificar se a caixa apresenta deformações, oscilações, furos de respiro e drenagem.	▪ Observação visual
▪ Verificar se as ligações aparentam a existência de fugas e oxidações.	▪ Observação visual
▪ Verificar se os fios anti-pássaros estão em perfeitas condições (caso existam)	▪ Observação visual
▪ Verificar se a estrutura de suporte apresenta oscilações e oxidação	▪ Observação visual
▪ Verificar se existem parafusos com folga na caixa e estrutura de suporte	▪ Chave de parafusos, chave dinamométrica
▪ Efectuar limpeza da cobertura do coletor	▪ Balde, água, líquido de limpeza neutro
Sistema de circulação	
▪ Verificar se o isolamento da tubagem se encontra em bom estado de conservação	▪ Observação visual
▪ Verificar se a válvula de segurança se apresenta estanque	▪ Observação visual
▪ Verificar se a tubagem e uniões se encontram estanques não apresentando humidade ou fugas	▪ Observação visual
▪ Efectuar limpeza do purgador	▪ Manobrar com a mão ou com chave de aperto
▪ Manobrar a válvula de segurança para evitar que esta fique colada e calcifique	▪ Manobrar com a mão ou com chave de aperto
▪ Efectuar o controlo de funcionamento do purgador, esvaziando o ar acumulado	
De 12 em 12 meses (anual)	
Coletor solar	
▪ Efetuar diligências de forma a prevenir o sombreamento do colector, exemplo, cortar vegetação	▪ Moto-serra e outras ferramentas de corte, escada
▪ Efetuar purga dos coletores para retirar o ar existente	▪ Manualmente
Sistema de circulação	
▪ Limpar o isolamento da tubagem	▪ Pano do pó húmido
Unidade de depósito	
▪ Verificar exteriormente se o elemento apresenta fissuras, fugas ou oxidações ou outros sinais de corrosão	▪ Observação visual
▪ Verificar a existência de oxidações nas ligações (uniões)	▪ Observação visual
De 2 em 2 anos	
Coletor solar	
▪ Efetuar o reaperto do sistema de fixação	▪ Chave de parafusos
De 3 em 3 anos	
Coletor solar	
▪ Aplicar na caixa e na estrutura de suporte produto químico anticorrosivo	▪ Pincel, produto químico anticorrosivo

Condições Técnicas de Utilização de um Sistema Solar Térmico

- Após a instalação evite consumir água quente nos dois primeiros dias após o arranque, mesmo que sejam dias com bastante sol, assim obterá uma boa "rodagem" do equipamento
- Evitar choques e pancadas susceptíveis de danificar o colector
- No caso de não utilização prolongada (exemplo férias) deve proteger-se o colector com um elemento opaco que impeça a absorção de radiação
- Após ausência prolongada deve efectuar-se a substituição da água pois esta pode não ter as características adequadas
- Em dias de muito calor, abrir a água quente a fim de esta se renovar na tubagem

Condições Gerais de Utilização de um Sistema Solar Térmico

- Caso a dureza da água seja elevada deve instalar-se um filtro adequado na entrada do sistema
- Se a pressão da água for superior a 6 bar, então deve colocar-se uma válvula redutora de pressão
- O sistema solar térmico é dimensionado para um determinado consumo de referência (40 litros por pessoa por dia), e sempre que este é excedido o sistema não tem capacidade imediata de resposta
- As cabeças de chuveiro devem ser misturadoras de ar
- As torneiras devem ser misturadoras (mono comando)
- Recomenda-se a instalação de válvula misturadora termostática evitando temperaturas altas
- Substituir o banho de imersão por banho de duche
- Abra primeiro a torneira na água quente até esta sair quente
- Após sair água quente diminua o caudal desta e rode para a água fria até encontrar a temperatura ideal
- Faça uma utilização racional da água, fechando a torneira quando esta não estiver a ser necessária
- Aconselha-se que o tempo de um banho em duche não exceda os 10 minutos

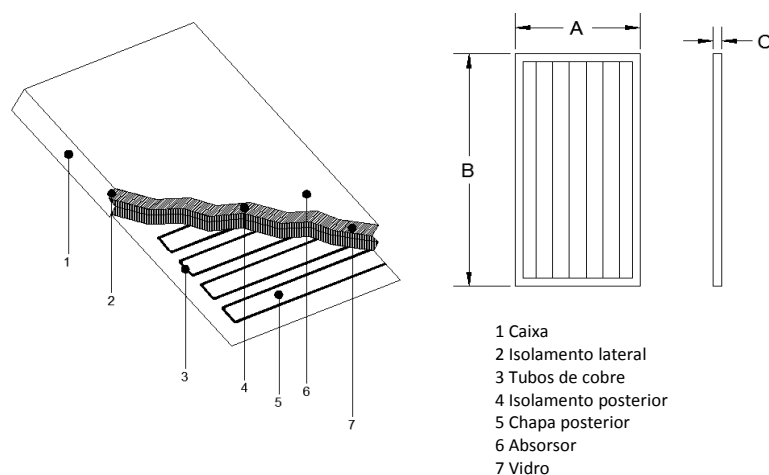
ANEXO 7

MANUAL DO PROPRIETÁRIO

SISTEMA SOLAR TÉRMICO

TERMOSSIFÃO

MANUAL DO PROPRIETÁRIO

COLETOR SOLAR

Dimensões	
A	1050 mm
B	2050 mm
C	89 mm

ACUMULADOR

Modelo	OLI 2m^2
Capacidade	145 litros
Pressão máxima	10 bar
Pressão de serviço	6 bar
Temperatura máxima	94ºC
Espessura do isolamento em poliuretano	40 mm
Capacidade do permutador de calor	9,52 litros

Condições Técnicas de Utilização de um Sistema Solar Térmico

- Após a instalação evite consumir água quente nos dois primeiros dias após o arranque, mesmo que sejam dias com bastante sol, assim obterá uma boa "rodagem" do equipamento;
- Evitar choques e pancadas suscetíveis de danificar o coletor;
- No caso de não utilização prolongada (exemplo férias) deve proteger-se o coletor com um elemento opaco que impeça a absorção de radiação;
- Após ausência prolongada deve efetuar-se a substituição da água pois esta pode não ter as características adequadas;
- Em dias de muito calor, abrir a água quente a fim de esta se renovar na tubagem;

Condições Gerais de Utilização de um Sistema Solar Térmico

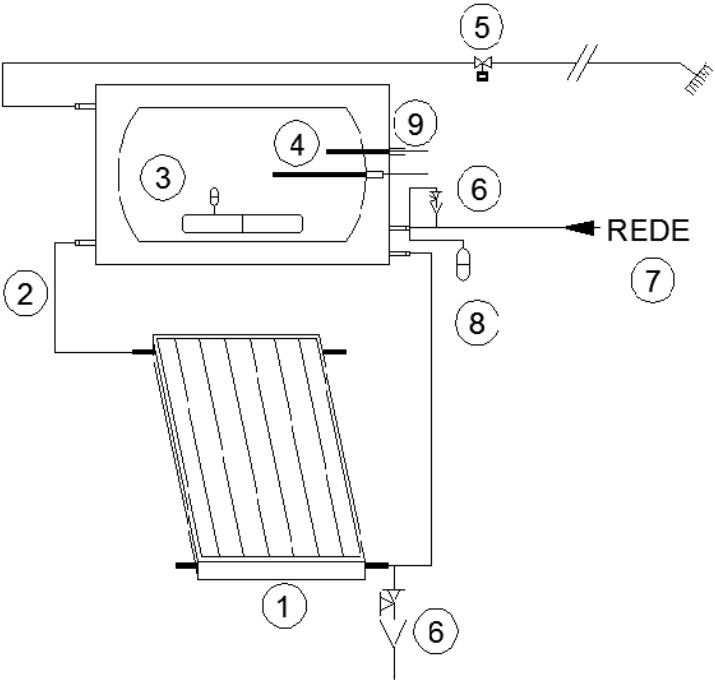
- Caso a dureza da água seja elevada deve instalar-se um filtro adequado na entrada do sistema;
- Se a pressão da água for superior a 6 bar, então deve colocar-se uma válvula redutora de pressão;
- O sistema solar térmico é dimensionado para um determinado consumo de referência (40 litros por pessoa por dia), e sempre que este é excedido o sistema não tem capacidade imediata de resposta;
- As cabeças de chuveiro devem ser misturadoras de ar;
- As torneiras devem ser misturadoras (mono-comando);
- Recomenda-se a instalação de válvula misturadora termostática evitando temperaturas altas;
- Substituir o banho de imersão por banho de duche;
- Abra primeiro a torneira na água quente até esta sair quente;
- Após sair água quente diminua o caudal desta e rode para a água fria até encontrar a temperatura ideal;
- Faça uma utilização racional da água, fechando a torneira quando esta não estiver a ser necessária;
- Aconselha-se que o tempo de um banho em duche não exceda os 10 minutos.

PLANO DE MANUTENÇÃO

OPERAÇÕES	ANOS	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20	
	SEMESTRE	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º
INSP	Visual	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√
INSP	Métrica	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√
INSP	Funcional		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√
INSP	Laboratorial		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√
LIMP		•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√
MPA	Efetuar diligências para prevenir o sombreamento do coletor, exemplo,		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•
MPA	Aplicar na caixa e na estrutura de suporte produto anticorrosivo						•						•						•						•						•						•				
MPA	Efetuar purga dos coletores para retirar o ar existente		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•
MPA	Efetuar o reaperto do sistema de fixação				•				•				•				•				•				•				•				•				•				•
MPA	Manobrar a válvula de segurança	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√
MPA	Efetuar o controlo de funcionamento do purgador	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√	•	•√
MPA	Lubrificar e apertar a válvula de corte		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√
MPA	Adicionar anticongelante ou líquido térmico		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√
MS	Substituição de válvulas de segurança										√										√										√										√
MS	Substituição do fluido de circulação										√										√										√										√
MS	Substituir o ânodo de magnésio				√				√				√				√				√				√				√				√				√				√

LEGENDA:

INSP Inspeção
LIMP Limpeza
MPA Medidas pró-ativas
MC Medidas corretivas
MS Medidas de substituição
• Tarefas a realizar pelo utilizador
√ Tarefas a realizar pelo técnico especializado

ESQUEMA TERMOSSIFÃO

1 Coletor solar
2 Tubo de inox
3 Acumulador
4 Resistência
5 Válvula misturadora termostática
6 Válvula de segurança
7 Rede de água fria
8 Vaso de expansão
9 Ânodo de magnésio

ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	SOLUÇAO
A água está fria ou temperada, apesar de estar um dia de sol	a) O termossifão pode não estar a funcionar b) Existência de ar nas tubagens do primário c) Falta de fluido no primário d) Coletor apresenta sujidade e) Existência de sombreamentos	a) Verificar as ligações do circuito primário; verificar o nível de fluido; purgar o sistema (chamar técnico) b) Manobrar o purgador retirando o ar do sistema c) Verificar a quantidade de fluido e acrescentar (chamar técnico) d) Limpar coletor e) Verificar a existência de novos sombreamentos, vegetação ou edificações, proceder ao corte da vegetação ou alterar o posicionamento do coletor
Água não aquece com apoio energético	a) Termóstato desregulado b) Sistema auxiliar desligado c) Resistência avariada	a) Regular termóstato b) Ligar sistema auxiliar c) Substituir resistência (chamar técnico)
Circuito primário com baixa pressão (quando existe manómetro)	a) Falta de fluido no interior b) Existência de fugas	a) Verificar a quantidade e acrescentar fluido (chamar técnico) b) Substituir vedações ou uniões e verificar o estado das válvulas (chamar técnico)
Falta de fornecimento de água quente (circuito secundário)	Falha de estanquicidade do circuito secundário (água de consumo)	Verificar fugas e substituir vedações ou uniões (chamar técnico)
Humidade ou condensação dentro do coletor	a) Possível fuga no absorvedor b) Má estanquidade do vidro	a) Corrigir fuga ou substituir coletor (chamar técnico) b) Eliminar condensação, procede à selagem e substituir juntas de estanquidade (chamar técnico)
O apoio energético consome muita energia	a) Excesso de consumo b) Sistema sub dimensionado para os consumos atuais	a) Moderar ao consumo de água b) Adicionar um outro sistema
Aquecimento excessivo da água	Termóstato desregulado Defeito no termostato	a) Regular termóstato entre os 40ºC e 60ºC b) Substituir termóstato (chamar técnico)
Choque nas torneiras	a) Fios elétricos sem isolamento e em contato com os tubos de cobre b) Ligação à terra mal executada c) Defeito na resistência.	a) Isolar devidamente os fios elétricos (chamar técnico) b) Refazer ligação à terra (chamar técnico) c) Substituir resistência (chamar técnico)
Fugas	a) Ligações hidráulicas mal executadas b) Dilatação térmica e ou falta de rosca c) Dano por congelamento de água após baixas temperaturas	a) Refazer ligações (chamar técnico) b) Substituir vedação das uniões (chamar técnico) c) Verificar elementos danificados e proceder à sua substituição (chamar técnico)
Disjuntor não arma	a) Defeito no disjuntor b) Fios elétricos em curto-circuito c) Resistência queimada;	a) Substituir disjuntor b) Verificar curto-circuito e reparar (chamar técnico) c) Substituir resistência (chamar técnico)

MANUAL DE UTILIZAÇÃO

Operações de manutenção a executar	Meios envolvidos
Quando necessário	
Coletor solar	
▪ Recuperar na estrutura de suporte, zonas que apresentem corrosão, limpando, lixando e pintando	▪ Lixa, escova, pincel, tinta
De 6 em 6 meses (semestral)	
Coletor solar	
▪ Verificar se a cobertura apresenta condensações, sujidade e picagens.	▪ Observação visual
▪ Verificar se as juntas apresentam fissuramento, deformações ou degradação.	▪ Observação visual
▪ Verificar se o absorsor apresenta escamação de pintura, focos de corrosão, deformações e deposição de corpos estranhos.	▪ Observação visual
▪ Verificar se a caixa apresenta deformações, oscilações, furos de respiro e drenagem.	▪ Observação visual
▪ Verificar se as ligações aparentam a existência de fugas e oxidações.	▪ Observação visual
▪ Verificar se os fios anti pássaros estão em perfeitas condições (caso existam)	▪ Observação visual
▪ Verificar se a estrutura de suporte apresenta oscilações e oxidação	▪ Observação visual
▪ Verificar se existem parafusos com folga na caixa e estrutura de suporte	▪ Chave de parafusos, chave dinamométrica
▪ Efetuar limpeza da cobertura do coletor	▪ Balde, água, líquido de limpeza neutro
Sistema de circulação	
▪ Verificar se o isolamento da tubagem se encontra em bom estado de conservação	▪ Observação visual
▪ Verificar se a válvula de segurança se apresenta estanque	▪ Observação visual
▪ Verificar se a tubagem e uniões se encontram estanques não apresentando humidade ou fugas	▪ Observação visual
▪ Efetuar limpeza do purgador	▪ Manobrar com a mão ou com chave de aperto
▪ Manobrar a válvula de segurança para evitar que esta fique colada e calcifique	▪ Manobrar com a mão ou com chave de aperto
▪ Efetuar o controlo de funcionamento do purgador, esvaziando o ar acumulado	
De 12 em 12 meses (anual)	
Coletor solar	
▪ Efetuar diligências de forma a prevenir o sombreamento do coletor, exemplo, cortar vegetação	▪ Motosserra e outras ferramentas de corte, escada
▪ Efetuar purga dos coletores para retirar o ar existente	▪ Manualmente
Sistema de circulação	
▪ Limpar o isolamento da tubagem	▪ Pano do pó húmido
Unidade de depósito	
▪ Verificar exteriormente se o elemento apresenta fissuras, fugas ou oxidações ou outros sinais de corrosão	▪ Observação visual
▪ Verificar a existência de oxidações nas ligações (uniões)	▪ Observação visual
De 2 em 2 anos	
Coletor solar	
▪ Efetuar o reaperto do sistema de fixação	▪ Chave de parafusos
De 3 em 3 anos	
Coletor solar	
▪ Aplicar na caixa e na estrutura de suporte produto químico anticorrosivo	▪ Pincel, produto químico anticorrosivo

ANEXO 8

PLANO DE MANUTENÇÃO - PLANO ANUAL DE CUSTOS

PLANO DE MANUTENÇÃO

OPERAÇÕES	ANOS	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20	
	SEMESTRE	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º
INSP	Visual	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√
	Métrica	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√
	Funcional		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√
	Laboratorial		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√
LIMP		●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√
MPA	Efetuar diligências para prevenir o sombreamento do coletor, exemplo,		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
	Aplicar na caixa e na estrutura de suporte produto anticorrosivo						●						●						●						●						●						●				
	Efetuar purga dos coletores para retirar o ar existente		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
	Efetuar o reaperto do sistema de fixação				●				●				●				●				●				●				●				●				●				●
	Manobrar a válvula de segurança	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√
	Efetuar o controlo de funcionamento do purgador	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√	●	●√
	Lubrificar e apertar a válvula de corte		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√
	Adicionar anticongelante ou líquido térmico		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√
MS	Substituição de válvulas de segurança										√										√										√										√
	Substituição do fluido de circulação										√										√										√										√
	Substituir o ânodo de magnésio				√				√				√				√				√				√				√				√				√				√

LEGENDA:

INSP	Inspeção
LIMP	Limpeza
MPA	Medidas pró-ativas
MC	Medidas corretivas
MS	Medidas de substituição
●	Tarefas a realizar pelo utilizador
√	Tarefas a realizar pelo técnico especializado

PLANO ANUAL DE CUSTOS - CENÁRIO 1																				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
CUSTOS	67.00 €	120.00 €	77.00 €	120.00 €	155.00 €	130.00 €	61.75 €	127.00 €	71.75 €	215.00 €	61.75 €	137.00 €	61.75 €	127.00 €	172.00 €	127.00 €	61.75 €	137.00 €	61.75 €	215.00 €
CUSTO TOTAL EM 20 ANOS																				**2 306.50 €**

PLANO ANUAL DE CUSTOS - CENÁRIO 2																				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
CUSTOS	67.00 €	120.00 €	77.00 €	120.00 €	155.00 €	130.00 €	25.00 €	115.00 €	35.00 €	203.00 €	25.00 €	125.00 €	25.00 €	115.00 €	160.00 €	115.00 €	25.00 €	125.00 €	25.00 €	203.00 €
CUSTO TOTAL EM 20 ANOS																				**1 990.00 €**

ANEXO 9

CONTRATO TIPO DE MANUTENÇÃO

CONTRATO DE MANUTENÇÃO

1. Condições Gerais

A **MANUTENÇÂO, LDA**., através dos seus serviços técnicos autorizados, levará a cabo as seguintes intervenções sem qualquer custo (mão-de-obra e/ou deslocação) para o consumidor:

- Uma visita ao domicílio para manutenção anual a realizar entre Março e Outubro (inclusive), de acordo com agendamento proposto, e acordado com o utilizador;
- Às visitas de manutenção que por motivos alheios à **MANUTENÇÃO, LDA.**, venham a ser realizadas fora deste período será cobrada uma taxa fixa de XX €;
- Em caso de avaria, toda e qualquer visita necessária para repor o correto funcionamento do produto.

Quando a intervenção revele a necessidade de se proceder à substituição de peças avariadas fora do âmbito da garantia, estas terão um desconto sobre o preço de tabela em vigor, facto em relação ao qual se informará o consumidor, antes de se proceder a qualquer substituição.

Qualquer intervenção requer a presença do utilizador, ou respetivo representante. Serão faturadas ao preço de mercado em vigor deslocações em que o utilizador, ou respetivo representante, esteja ausente.

2. Descrição do Serviço

A visita para manutenção anual ao Sistema Solar Termossifão ou Forçado inclui as seguintes operações:

- ✓ Limpeza dos coletores;
- ✓ Verificação do circulador;
- ✓ Afinação do caudal e pressão do circuito solar;
- ✓ Verificação do vaso de expansão;
- ✓ Ajuste de pré-carga (se necessário);
- ✓ Verificação da concentração de fluido anti gelo;
- ✓ Verificação do Ph do fluido anti gelo;
- ✓ Verificação do estado da estrutura;
- ✓ Verificação dos elementos de segurança dos coletores e grupo de circulação;
- ✓ Verificação das sondas de temperatura da instalação e do coletor;
- ✓ Verificação visual do depósito instalado (água quente sanitária);
- ✓ Verificação do ânodo de magnésio do depósito (água quente sanitária);
- ✓ Verificação da válvula de segurança (água quente sanitária);
- ✓ Verificação e regulação da válvula misturadora termostática (água quente sanitária);

- ✓ Renovação, se necessário, do líquido solar no circuito ou reposição da pressão no circuito fechado;
- ✓ Purgar coletores e grupo de circulação;
- ✓ Verificação do bom funcionamento de relógios, termóstatos e programadores;
- ✓ Mão-de-obra necessária à substituição de peças;
- ✓ Fornecimento de juntas, se for necessário devido às operações de manutenção;
- ✓ Inspeção visual da instalação solar.
- ✓ Registo dos valores de temperatura;

3. Situações de exclusão da garantia

a) Qualidade da água da rede não deve exceder os seguintes valores

I. Dureza total 500ppm;

II. Alcalinidade total 400ppm;

III. Mineralização total 1000ppm.

b) Danos aos coletores e demais equipamentos do sistema instalados no telhado, causados por causas naturais (queda de granizo, raios, queda de antenas, queda de chaminés, ramos etc.);

c) Danos aos coletores e demais equipamentos instalados no telhado, causados por abatimento ou cedência da estrutura do telhado;

d) Danos aos coletores e demais equipamentos instalados no telhado, resultante de alterações à instalação original quando não executadas pelos técnicos que originalmente fizeram a instalação ou seus representantes;

e) Recusa de dar acesso a equipas de vistoria a toda a instalação interior e exterior;

f) Alteração, modificação ou substituição de acessórios, unidades de controlo e de gestão que não seja pelos técnicos instaladores.

Fica igualmente responsável o consumidor, correndo o risco de ver a sua garantia cancelada, de informar, com a maior brevidade, a equipa técnica quando ocorrerem:

a) Alteração da fonte de água (por exemplo passar a usar água de poço em vez da rede pública);

b) Alteração, antes de ser executada, de qualquer parte da instalação solar tanto dentro de casa ou no telhado;

c) Alteração, antes de ser executada, de qualquer alteração nos circuitos hidráulicos de toda a instalação solar e do circuito de águas sanitárias;

d) Alteração, antes de ser executada, à estrutura do telhado onde se encontra instalado equipamento solar;

e) Proceder regularmente, a inspeção visual do sistema e reportar qualquer anomalia como: vidros partidos, fugas de líquidos (ou indicação da existência de fugas), válvulas a verterem etc.

4. **Responsabilidades**

A **MANUTENÇÃO, LDA.**, é responsável pela boa qualidade da manutenção prestada, assim como da boa execução das reparações realizadas com peças originais e em garantia, a fim de garantir o bom funcionamento do sistema.

5. **Descrição, preço e vigência**

Cliente:____

Morada:____

Contacto_______________________________________Email___________________________

Solução:____

Tudo por um valor global anual de ____________€ (IVA a incluir à taxa legal em vigor).

6. **Foro**

Para resolução de quaisquer litígios emergentes deste contrato é competente o Foro da Comarca de xxxx, com renúncia a qualquer outro.

7. **Validade**

Este contrato vigora pelo período descrito no seu ponto 5, a partir da data de assinatura do mesmo, que representa a aceitação de todas as suas condições.

Este contrato, por corresponder à vontade real dos mesmos, vai por eles assinado, prescindindo da selagem e reconhecimento notarial, não podendo por isso invocar a sua nulidade, reconhecendo-lhe validade e eficácia.

Data:

____________________________________ ___________________________

MANUTENÇÃO, LDA O CLIENTE

ANEXO 10

QUADRO COM AS PRINCIPAIS ANOMALIAS - TERMOSSIFÃO

Anomalia	Causa Provável	Solução
A água está fria ou temperada, apesar de estar um dia de sol	a) O termossifão pode não estar a funcionar b) Existência de ar nas tubagens do primário c) Falta de fluido no primário d) Coletor apresenta sujidade e) Existência de sombreamentos	a) Verificar as ligações do circuito primário; verificar o nível de fluido; purgar o sistema (chamar técnico) b) Manobrar o purgador retirando o ar do sistema c) Verificar a quantidade de fluido e acrescentar (chamar técnico) d) Limpar coletor e) Verificar a existência de novos sombreamentos, vegetação ou edificações, proceder ao corte da vegetação ou alterar o posicionamento do coletor
Água não aquece com apoio energético	a) Termóstato desregulado b) Sistema auxiliar desligado c) Resistência avariada	a) Regular termóstato b) Ligar sistema auxiliar c) Substituir resistência (chamar técnico)
Circuito primário com baixa pressão (quando existe manómetro)	a) Falta de fluido no interior b) Existência de fugas	a) Verificar a quantidade e acrescentar fluido (chamar técnico) b) Substituir vedações ou uniões e verificar o estado das válvulas (chamar técnico)
Falta de fornecimento de água quente (circuito secundário)	Falha de estanquicidade do circuito secundário (água de consumo)	Verificar fugas e substituir vedações ou uniões (chamar técnico)
Humidade ou condensação dentro do colector	a) Possível fuga no absorvedor b) Má estanquidade do vidro	a) Corrigir fuga ou substituir coletor (chamar técnico) b) Eliminar condensação, procede à selagem e substituir juntas de estanquidade (chamar técnico)
O apoio energético consome muita energia	a) Excesso de consumo b) Sistema sub dimensionado para os consumos actuais	a) Moderar ao consumo de água b) Adicionar um outro sistema
Aquecimento excessivo da água	a) Termóstato desregulado b) Defeito no termostato	a) Regular termóstato entre os 40ºC e 60ºC b) Substituir termóstato (chamar técnico)
Choque nas torneiras	a) Fios elétricos sem isolamento e em contato com os tubos de cobre b) Ligação à terra mal executada c) Defeito na resistência.	a) Isolar devidamente os fios elétricos (chamar técnico) b) Refazer ligação à terra (chamar técnico) c) Substituir resistência (chamar técnico)
Fugas	a) Ligações hidráulicas mal executadas b) Dilatação térmica e ou falta de rosca c) Dano por congelamento de água após baixas temperaturas	a) Refazer ligações (chamar técnico) b) Substituir vedação das uniões (chamar técnico) c) Verificar elementos danificados e proceder à sua substituição (chamar técnico)
Disjuntor não arma	a) Defeito no disjuntor b) Fios eléctricos em curto-circuito c) Resistência queimada;	a) Substituir disjuntor b) Verificar curto-circuito e reparar (chamar técnico) c) Substituir resistência (chamar técnico)